Der

Einfluß des Nervensystems

auf die

Verdauung, Anbildung, Rückbildung, sowie die Entwicklung der thierischen Wärme

nach dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft

bearbeitet von

Dr. J. N. Zengerle,

Oberamts-Arzt in Riedlingen, Mitglied des würtembergischen ärztlichen Vereins, sowie des würtembergischen Vereins für vaterländische Naturkunde; correspondirendes Mitglied des königl. würtembergischen statistisch-topographischen Bureaus zu Stuttgart und des Vereins großherzoglich badischer Medicinalbeamten zur Förderung der Staatsarzneikunde.

Freiburg im Breisgau.

Herder'sche Verlagshandlung.

1859.

Buchdruckerei der Herder'schen Verlagshandlung in Freiburg.

Vorrede.

Als ich die von mir vor zwei Jahren erschienene Schrift: „Physiologie der Verdauung, Anbildung und Rückbildung, vom organisch-chemischen Standpunkte aus betrachtet", bearbeitete, mußte sich natürlich mir von selbst der Gedanke aufdrängen, daß die Bearbeitung dieser wichtigsten Functionen des thierischen Organismus nur von diesem Standpunkte aus noch keine erschöpfende sei, weil neben den organisch-chemischen Vorgängen auch das Nervensystem auf diese Functionen einen mächtigen Einfluß ausübt. Um aber, wie ich damals schon bemerkte, dem ärztlichen Publikum eine Arbeit in möglichst gedrängter Kürze vorlegen zu können, habe ich in der vor zwei Jahren von mir erschienenen Schrift nur den organisch-chemischen Standpunkt im Auge behalten, in der Absicht, den so wichtigen Einfluß des Nervensystems auf die genannten Functionen in einer eigenen Schrift zu veröffentlichen.

Dieses ist nun in Nachstehendem geschehen, und meine Tendenz dabei war, dem ärztlichen Publikum eine Arbeit vorzulegen, welche nicht nur aus den Resultaten der neuesten Forschungen hervorgegangen, sondern auch, abgesehen von dem speciellen Einfluß des Nervensystems auf den Stoffwechsel, die Lehre über dieses System ganz erschöpfend behandelt, wie sie in gegenwärtigem Augenblicke aus den Resultaten der Forschungen eines Bernard, Bibra, Bidder, Brown-Sequard, Bruch, Donders, Du Bois Reymond, Funke, Günther, Henle, Kölliker, Kupfer, Lehmann, Longet, Moleschott, Nasse, Panum, Pflüger, Remak, Rhomberg, Rollet, Schiff, Schilling, Schröder, Schwann, Stannius, Stilling, Valentin, Volkmann, R. Wagner, Geb. Weber und Anderer hervorgeht.

Es wird mir wohl Niemand widersprechen, wenn ich die Behauptung aufstelle, daß die Lehre über das Nervensystem, und zwar sowohl über dessen histiologische Zusammensetzung, als dessen Functionen mit den Fortschritten der Physiologie der übrigen Systeme und Organe des thierischen Organismus, nicht Schritt hielt, so daß selbst bis auf die gegenwärtige Zeit die Ansichten der meisten Aerzte über dieses, für den behandelnden Arzt so hochwichtige System theils sehr mangelhaft, theils verkehrt waren. Erst der neuesten Zeit war es vorbehalten, in dieses, in dieser Beziehung so dunkle Chaos wenigstens einiges Licht zu verbreiten, was wir unter den oben genannten Forschern namentlich einem Du Bois Reymond, Pflüger und Schiff zu verdanken haben.

Da nun, soviel mir bekannt ist, bis jetzt noch kein Werk existirt, welches den Einfluß des Nervensystems auf Verdauung und den Stoffwechsel überhaupt speciell behandelt, so habe ich, gleichsam als zweiten Theil meiner Physiologie der Verdauung, dessen Bearbeitung unternommen, welche ich in Nachstehendem dem ärztlichen Publikum vorlege, und um so mehr auf Anerkennung rechnen zu dürfen glaube, als in dieser Schrift dem Arzte alles über das Nervensystem Wissenswerthe nach den, in den verschiedensten Zeitschriften zerstreuten Resultaten der neuesten Forschungen in gedrängter Kürze auf Einmal vorgelegt wird, ohne daß darin, trotz dieser Kürze, auch nur etwas vermißt wird.

Dem mir selbst vorgelegten Plane gemäß, behandelt diese Schrift zuerst das Nervensystem im Allgemeinen, dann die Lehre über dessen histiologische Elemente, sowie über die Centraltheile desselben, nämlich Gehirn und Rückenmark, den anatomischen Verlauf aller im menschlichen Organismus befindlichen Nerven, ihr electrisches Verhalten, wie ihr Verhalten gegen andere Reize, ihre Regeneration, die Wirkung der motorischen und sensiblen Nervenfasern, ihre Einwirkung auf die Muskeln, sowie das Verhalten dieser letztern, den in sie einmündenden Nerven gegenüber. Ferner werden in dieser Schrift die mit der Verdauung in nächster Beziehung stehenden Sinne, nämlich Geruch und Geschmack, einer ausführlichen Abhandlung unterworfen und endlich die Wirkung der hieher bezüglichen Gehirn-, Rückenmarks- und sympathischen Nerven

auf den Stoffwechsel überhaupt dem gegenwärtigen Standpunkt der Wissenschaft so genau als möglich entsprechend ganz besonders hervorgehoben. Auf diese Weise glaube ich dem Arzte ein Werk in die Hand zu geben, welches diesen wichtigen Stoff zwar in gedrängter Kürze, aber doch so erschöpfend behandelt, daß es ihn vollkommen in Stand setzt, sich auch in dieser Beziehung auf der Höhe der Wissenschaft zu behaupten.

Riedlingen an der Donau, im Februar 1859.

Der Verfasser.

Das Nervensystem im Allgemeinen.

Das Nervensystem ist jenes System im thierischen Organismus, welches nicht nur den Hauptunterschied zwischen Thieren und Pflanzen begründet, sondern auch wegen seiner vollkommenen Entwicklung beim Menschen gegenüber der bei den Thieren, den Menschen weit über die Thiere erhebt. Es bildet einen eigenen, sehr complicirten und vollständig zusammenhängenden Apparat, welcher sich beinahe über alle Theile des thierischen Organismus erstreckt, und denselben zu einem innig verbundenen organischen Ganzen stempelt.

Dieses, den ganzen Organismus durchziehende System zeichnet sich in einzelnen Theilen durch größere Massenanhäufungen aus, die man mit dem Namen „Centralorgane" bezeichnet, wie Gehirn und Rückenmark, von welchen dann die verschiedenen, über den ganzen Körper sich ausbreitenden Nerven entspringen, welche man das animalische Nervensystem nennt, weil es gleichsam als Repräsentant der animalen Sphäre auftritt und Bewegung und Empfindung unmittelbar vermittelt, während das sympathische Nervensystem unmittelbaren Antheil an der Vegetation nimmt und, aber nur insoferne, dem erstern gleichsam gegenübersteht. Wie ich aber im Verlauf dieser Arbeit zeigen werde, ist der hier hervorgehobene Unterschied dieser beiden Systeme nicht so stricte zu nehmen, da nicht nur das erstere, nämlich das Cerebrospinal-System, wie wir sehen werden, sehr in die vegetativen Processe eingreift, sondern auch das letztere, nämlich das sympathische Nervensystem, auch Bewegung und Empfindung vermittelt. Die Art und Weise, wie dieß geschieht, auf's Genaueste auseinander zu setzen und zu zeigen, welchen Antheil diese beiden Systeme an den vegetativen Processen des thierischen Organismus, nämlich der Ernährung, der Anbildung, der Rückbildung und der Entwicklung der thierischen Wärme nehmen, wird, gestützt

auf die Resultate der neuesten Forschungen hierüber, die Aufgabe dieses Werkchens sein.

Um aber eine etwas richtige Einsicht in die Functionen dieses höchst merkwürdigen Systems im thierischen Organismus zu erlangen, ist es zunächst unumgänglich nöthig, über die dasselbe zusammensetzenden histologischen Elemente und deren chemische und physikalische Eigenschaften das Nöthige hervorzuheben, und zwar um so mehr, als die Physiologie vor noch nicht so langer Zeit in dieser Beziehung am weitesten zurück war und es erst durch die Resultate der neuesten Forschungen uns vergönnt ist, wenigstens einige lichte Blicke in das früher so dunkle Chaos zu werfen.

Zunächst wissen wir in dieser Beziehung, daß das ganze Nervensystem aus Fasern und Zellen besteht, wobei die verschiedenen Untersuchungen das gemeinsame Resultat lieferten, daß jede Faser, sie mag einem Theile des Nervensystems angehören, welchem sie wolle, nicht nur den gleichen Bau, sondern auch bei verschiedenen Versuchen dasselbe Verhalten auf äußere Einwirkungen zeigt; ebenso sind auch alle Zellen im Nervensystem im Allgemeinen einander gleich, so unendlich verschieden die Wirkungen derselben sind; wir haben es also hier mit gleichartigen Gebilden zu thun, welche die mannigfaltigsten Wirkungen hervorzurufen im Stande sind.

Weil die Leitung sowohl der centralen als der peripherischen Einwirkung nur durch die Nervenfasern vollbracht wird, so muß jede Faser zwei Ende haben, nämlich ein centrales und ein peripherisches, wovon das erstere in den Centralorganen des Nervensystems, das letztere an den verschiedenen Oberflächen oder in den verschiedenen Organen des Körpers sich befindet.

An den peripherischen Anfängen der Nervenfasern befinden sich eigenthümliche Gewebselemente, welche offenbar den Zweck haben, den in ihnen angefachten Erregungszustand auf die betreffenden Fasern fortzupflanzen, sowie sich an ihren Enden Muskeln befinden, die sich in Folge des durch die Nervenfasern bis zu ihnen fortgepflanzten Erregungszustandes verkürzen.

Bezüglich der centralen Anfänge und Endigungen der Nervenfasern zeigen die mikroskopischen Untersuchungen eine Masse von durcheinander liegenden Fasern und Zellen, welche Zellen mit den Fasern zusammenhängen und also die Anfänge der central-, sowie die Endigungen der peripherisch laufenden Fasern bilden, so daß

wir mit Recht schließen können, daß es diese Zellen sind, in welchen auf der einen Seite durch den Willen ein Erregungszustand hervorgerufen wird, welcher, durch die leitenden Nervenfasern zur Peripherie fortgepflanzt, in dem betreffenden Organe zur Erscheinung kommt; auf der andern Seite aber auch jener Zustand zu Stande kommt, den wir Empfindung nennen, und welcher die Folge der Fortpflanzung einer peripherischen Reizung durch die Nervenfasern in diese Zellen ist, so daß wir, allerdings nur im weitesten Sinne des Wortes, diese Zellen als die eigentlichen Organe des Willens und der Empfindung bezeichnen können. Wie das Mikroskop weiter zeigt, haben diese Zellen Fortsätze, welche sie nicht nur mit verschiedenen Fasern verbinden, sondern auch eine Verbindung zwischen diesen Zellen selbst herstellen, wodurch allein die Möglichkeit gegeben ist, den Erregungszustand von einer Faser auf eine andere zu übertragen.

Wie wir oben gesehen, hat jede Nervenfaser, gleichviel welchem Theil des Nervensystems sie angehört, und welcher Function sie vorsteht, denselben Bau, zeigt bei experimentiellen Versuchen dasselbe Verhalten, und doch bringen diese Fasern so verschiedene Erscheinungen hervor, die einen Bewegung, die andern Empfindung, wieder andere Licht, Gehör u. dgl. Da nun die verschiedensten Einflüsse auf die Nervenfasern, namentlich auf die peripherischen, einwirken, so müssen diese Fasern, trotzdem, daß sie alle gleich gebaut sind, auf sehr verschiedene Art in den Erregungszustand versetzt werden, und dieser Verschiedenheit des Erregungszustandes analog pflanzt sich auch der Reiz, zwar nach bestimmten Gesetzen, aber immer auf verschiedene Weise, in der Nervensubstanz fort. So wissen wir z. B., daß die Empfindung der verschiedenen Farben durch den Opticus allein auf der Verschiedenheit der Wellenlänge der Lichtstrahlen beruht. Würden nun die Lichtstrahlen von verschiedener Wellenlänge in einem und demselben Nerven den gleichen Erregungszustand hervorrufen, so wäre es geradezu unmöglich, die verschiedenen Farben zu unterscheiden; es muß also nothwendig jede besondere Wellenlänge der Lichtstrahlen die Fasern des Opticus wieder auf besondere, der Einwirkung entsprechende Art erregen, welcher dann jede dieser qualitativ verschiedenen Erregungen nach bestimmten Gesetzen, vermöge der der Nervensubstanz eigenthümlichen Constitution, wieder weiter leitet.

Daß zwischen sensiblen und motorischen Fasern bezüglich ihrer Leitung ein wesentlicher Unterschied obwalte, ist nach dem, was wir weiter unten hören werden, sehr zweifelhaft, so daß es scheint, daß wir den Hauptunterschied in dieser Beziehung weniger in der Verschiedenheit der Leitung der betreffenden Fasern, als vielmehr in jenen Organen und Gebilden suchen müssen, in welche sich diese Fasern endigen; so bewirkt die Erregung einer Faser Bewegung, weil sie in einem Muskel, eine andere Empfindung, weil sie im Gehirn, dem Organ der Empfindung, endet; ebenso bringt der Sehnerven nur deßwegen die Empfindung von Licht hervor, weil er im Auge, der Gehörnerven nur deßwegen Gehör, weil er im Ohr sich endigt.

Wie wir schon weiter oben gesehen, besteht das Nervensystem aus zwei histologischen Elementen, nämlich der Nervenfaser und der Nervenzelle.

Die Nervenfaser zeigt nach Funke unter dem Mikroskop folgende Eigenschaften: In frischem Zustande erscheint dieselbe als ein durchsichtiger, matt glänzender Cylinder, welcher von einfachen Contouren begrenzt ist und einen sehr verschiedenen Durchmesser zeigt, von 0,01‴ bis 0,0005‴, wovon die feinsten in den Centralorganen, die dicksten in den Rückenmarkswurzeln enthalten sind. Da man in den feinen Nervenfasern der Centralorgane öfters varicöse Anschwellungen beobachtet, so hielt man früher die varicösen Anschwellungen für ein charakteristisches Merkmal der Fasern gewisser Partien des Nervensystems, wogegen jetzt erwiesen ist, daß alle Fasern des Nervensystems, und selbst die zartesten und feinsten, stets eine regelmäßige cylindrische Form haben und jene varicösen Anschwellungen nur durch Präparation erzeugt werden.

Nach einer von Bernard im Jahre 1855 der Académie des sciences mitgetheilten Arbeit B. Stillings über die Structur der Nervenprimitivfaser besteht dieselbe nicht aus einer structurlosen Scheide, der fettreichen Markscheide und dem Achsencylinder, wie man bisher und zum Theil jetzt noch annimmt, sondern nur aus zwei Theilen, dem peripherischen und dem centralen. Der peripherische umfaßt das, was man bisher als Scheide und Mark bezeichnete und besteht aus einem Geflecht außerordentlich zarter Röhrchen von $^1/_{1500}$—$^1/_{3000}$‴ Durchmesser, die in allen Richtungen longitudinal, transversal und schräg verlaufen, sich theilen und anastomosiren und auf diese Art ein wahres Netzwerk bilden. Die centrale

Partie stellt das dar, was man bisher Achsencylinder nannte; sie bildet einen Cylinder, der aus wenigstens drei concentrisch in einander geschachtelten Lagen zusammengesetzt ist. Von jeder dieser Lagen entspringt eine Anzahl feiner Röhrchen, die sich nach Außen wenden, um in das Netzwerk der peripherischen Partie einzugehen; die von der innersten Lage ausgegangenen müssen daher zuerst die mittlere und äußere Lage durchbohren. Demnach ist die Grundlage jeder Primitivfaser ein Netzwerk außerordentlich dünner Fädchen in mannigfachster Communication untereinander. Eben diese Fädchen gehen auch von einer Primitivfaser auf benachbarte über.

Diese Structur soll sich ergeben aus der Untersuchung feiner Querschnitte der peripherischen Nerven oder der Nervenwurzeln, oder der weißen Rückenmarkssubstanz bei einer Vergrößerung von wenigstens 700—900 im Durchmesser. Bei Längenschnitten sieht man das Netz auch und besonders die Communication des äußern Netzes mit den aus dem Achsencylinder entspringenden Fäden; Querschnitte sollen die drei concentrischen Schichten des Achsencylinders zeigen.

Die kleinen Fädchen oder Röhrchen des Netzes sollen durch Chromsäure blau gefärbt erscheinen; von den drei concentrischen Lagen des Achsencylinders, oder nach Stilling der centralen Partie, soll die innerste roth, die mittlere blau, und die äußere orangegelb gefärbt sein. Dieselbe Structur vindicirt Stilling den Primitivfasern aller Wirbelthiere.

Die feinen Röhrchen des Netzwerkes sollen das ölige Nervenmark enthalten, das man bis jetzt frei zwischen Achsencylinder und Scheide geglaubt habe. Man habe bisher diese Structur der Nerven aus dem Grunde verkannt, weil man sie immer frisch untersucht habe, wo die große Durchsichtigkeit der Röhrchen ihre Wahrnehmung verhindere, und weil man die Nerven gewöhnlich mit Nadeln zertheilt und mit Glasplättchen gequetscht habe.

Nach dieser Ansicht wäre also die zum Theil noch in der letzten Zeit bestehende Annahme, daß die Nervenprimitivfaser aus einer Nervenhülle von unbestimmter Structur, aus einem Achsencylinder mit fester Consistenz, aber nach unbekanntem Bau, und endlich aus einer öligen, durchsichtigen Materie bestehe, welche den Raum zwischen dem Achsencylinder und der Hülle erfüllt, eine falsche. Diese, in der neuesten Zeit auch von Remak und Kölliker vertretene An-

sicht, wornach also der Achsencylinder ein ursprüngliches Gebilde ist, wurde durch Henle, Valentin, Funke und Bock widerlegt, indem sie darthaten, daß der ursprüngliche Nervenröhren-Inhalt eine homogene Flüssigkeit sei und jener sogenannte Achsencylinder nur als Zersetzungsproduct derselben auftrete, weil an dem vom Körper getrennten Nerven durch die Einwirkung von Luft und Wasser, und wohl vorzugsweise den Mangel des Ernährungssaftes, des Bluts, Veränderungen entstehen, welche sich dadurch offenbaren, daß nicht nur die sonst einfachen Begrenzungscontouren doppelt erscheinen, sondern auch in der Mitte des Cylinders ein blasser schmaler Streifen sichtbar wird, welcher bald mehr rund, bald mehr flach erscheint und in der Achse des Cylinders als sogenannter Achsencylinder verlauft, während in dem freien Zwischenraum zwischen dem Achsencylinder und den doppelten Randcontouren kleinere oder größere Kernchen auftreten. Auch nach Bock ist der Inhalt der Nervenfasern im frischen Zustande eine helle, homogene, halbflüssige Substanz, welche äußerst leicht, sowohl von selbst nach dem Tode, als auch durch äußerlich einwirkende Agentien, wie Wasser, Alkohol, Aether, Säuren u. dgl. gerinnt, so daß der Inhalt fester und trüber, der Rand breiter und dunkler wird, welcher gegen die Achse von allen Seiten vorschreitend manchmal die ganze Röhre ausfüllt; bisweilen bleibt aber in der Achse, bald dem einen, bald dem andern Rande näher, ein bald gerader, bald geschlängelter heller Streif (Achsencylinder), der aber sehr unregelmäßig und wahrscheinlich der bei der Gerinnung flüssig bleibende Bestandtheil des Markes ist, während die mehr dunkle Peripherie mit dem Coagulum verglichen werden kann. In diesem letztern werden nach Bock äußerst unregelmäßige Linien und Körperchen sichtbar, wodurch dasselbe ein fein granulirtes Ansehen bekommt. Der Hauptbestandtheil des Inhalts ist Wasser, in dem sich eine freie fettartige Substanz mit Eiweiß aufgelöst befindet; es ist also eine wirkliche Auflösung und keine Emulsion, wo sich nach dem Tode bei der Gerinnung die fett- und eiweißartigen Bestandtheile trennen.

Lehmann hat durch seine Versuche bewiesen, daß sowohl das Auftreten jener Körnchen, als auch das der Doppelcontouren nur auf einer Ausscheidung des vorher in der homogenen Flüssigkeit gelösten Fettes beruhe, während ein in dieser Flüssigkeit ebenfalls mitgelöstes eiweißartiges Element durch seine Gerinnung jenen Achsencylinder bildet. Diese hier ausgesprochene Ansicht, daß nämlich der Inhalt

der Nervenröhren ursprünglich eine homogene, aus Wasser, gelöstem Fett und einer ebenfalls gelösten Proteïnsubstanz bestehende Flüssigkeit ist, wird gegenwärtig nicht nur von den meisten neuern Physiologen getheilt, sondern gerade die flüssige Beschaffenheit dieses Inhaltes ist es, was die weiter unten näher zu bezeichnende functionelle Leitung der Nervenfasern möglich macht.

Die von Remak beobachteten grauen organischen Fasern, auf welche auch Hyrtl und Henle hinweisen, sind außerordentlich dünne, blasse und mit zahlreichen Kernen versehene Fasern, die nur aus einem Achsencylinder bestehen, um welchen sich eine kernhaltige Scheide anlegt, und welche also kein Nervenmark enthalten. Weniger über das Bestehen dieser Fasern, als vielmehr über ihre wirklich nervöse Natur ist gegenwärtig noch ein Streit, der übrigens noch nicht entschieden ist, da Kölliker und Valentin, welche sie geradezu für Bindegewebsgebilde erklären, dieses ebenso wenig bewiesen haben, als Remak und andere ihre nervöse Natur.

Das zweite histologische Element der Nerven, nämlich die Nervenzellen, haben nach Kölliker einen Durchmesser von 0,06'''—0,002''', und sind also an Größe sehr verschieden. Jede solcher Zellen besteht aus einer äußerst dünnen und zarten Zellenmembran und aus einer Emulsion größerer und kleinerer, farbloser oder gefärbter Molecule in einer dicklichen Flüssigkeit, als Zelleninhalt. Der Kern, welchen jede Nervenzelle enthält, ist ein rundes oder längliches Bläschen, welches durchsichtig ist und einen oder mehrere Kernkörperchen enthält. Neben dem Kern findet man, aber nur in einzelnen Zellen, oft viele größere gefärbte Pigmentkörperchen zu einem Häufchen vereint, während sonst die meisten Nervenzellen nur höchst feine, staubartige Körnchen enthalten.

Die verschiedene Gestalt dieser Nervenzellen ist durch die Zahl der von ihnen ausgehenden Fortsätze bedingt, da nach R. Wagner alle Nervenzellen Fortsätze haben, und Zellen ohne Fortsätze, welche also ringsum geschlossen wären, gar nicht existiren, da die Function solcher Nervenzellen schon physiologisch undenkbar wäre. Ebenso kann man annehmen, daß die Zahl dieser Fortsätze der Nervenzellen wenigstens zwei ist, da selbst die Function solcher Zellen mit bloß Einem Fortsatz kaum denkbar wäre. Solche Zellen müßten wenigstens eigene Centraltheile bilden, in welchen sich selbstständig und unabhängig von andern Bewegung oder Empfindung entwickelt, da

kein weiterer Fortsatz zur Verbindung mit einer andern Zelle oder Nerven da ist. Am ehesten wäre dieses noch denkbar bei denjenigen Gehirnzellen, in welchen die sensiblen und motorischen Fasern endigen oder entspringen, aber auch bei diesen Zellen weist das Mikroskop weitere Fortsätze zur Verbindung mit andern Zellen und Nervenfasern nach.

Wenn wir überhaupt solche Zellen gleichsam als selbstständige Centralorgane betrachten wollen, so könnten wir höchstens die in den Vorhöfen des Herzens liegenden Ganglienzellenhaufen und die im **Plexus solaris** liegenden Ganglienzellen als solche ansehen, da in den ersten die motorischen Herznerven, in den letztern die motorischen Darmnerven, wie wir später sehen werden, wirklich ihren Ursprung haben; allein selbst diese Zellen müssen mehr als Einen Fortsatz haben, da aus ihnen nicht nur die motorischen Fasern abgehen, sondern auch die Fasern der **Nervi cardiari** des **Vagus** in die erstere, und die des **Nervus splanchnicus major** in die letzteren eingehen, abgesehen davon, daß sie außerdem noch unter sich selbst durch sogenannte Commissurenfasern, welche wieder von Fortsätzen ausgehen, verbunden sind. Wir dürfen also mit Bestimmtheit annehmen, daß die Nervenzellen wenigstens zwei, die meisten aber drei und mehrere Fortsätze haben, wodurch wir allein ihre so wichtige Function gehörig erklären können.

Das Vorkommen zahlreicher Bläschen in den verschiedenen Theilen der grauen Substanz der Nervencentra deutet offenbar auf eine Neubildung von Nervenzellen hin.

Was nun die Form der von den Nervenzellen ausgehenden Fortsätze betrifft, so ist diese nach Wagner und Ecker sehr verschieden, indem man auf der einen Seite äußerst dünne Fädchen, auf der andern Seite wirklich breite, bandartige Streifen als Fortsätze der Nervenzellen beobachtet.

Bezüglich des weitern Verlaufs dieser Nervenzellenfortsätze haben die mikroskopischen Untersuchungen bis jetzt dargethan, daß dieselben entweder unmittelbar am Austritt aus der Zelle, oder doch wenigstens in einiger Entfernung davon wirklich in Nervenröhren übergehen, so daß man den Ursprung der Nervenfasern oder deren Enden wirklich in den Zellen suchen muß. Wie dieß geschieht, ist allerdings noch nicht entschieden, und Funke glaubt, daß der Inhalt der Nervenzellen in die Fortsätze übergeht und darin sich in den

Inhalt einer dunkelrandigen Nervenröhre verwandelt, in dem neue Mischungsbestandtheile, besonders Fett, hinzutreten.

Von hoher Wichtigkeit für die Nervenphysiologie ist die von Wagner in der grauen Substanz der Nervencentra des Menschen beobachtete Thatsache, daß nämlich einzelne Nervenzellenfortsätze mit Fortsätzen benachbarter, oder auch entfernterer Zellen sich vereinigen und auf diese Weise zwei oder mehrere Zellen miteinander verbunden werden.

Mikroskopische Beobachtungen haben gezeigt, daß die Mehrzahl der Nervenzellenfortsätze in der grauen Substanz der Nervencentra sich verästelt, und zwar oft mehrfach, so daß in Folge dieser mehrfachen Verästelungen am Ende Zweige von solcher Feinheit entstehen, daß die Beobachtung ihres weitern Verlaufs nicht mehr möglich ist.

Der eben bezeichneten von R. Wagner gemachten Beobachtung gegenüber, über den Zusammenhang der Ganglienzellen durch Fortsätze, muß hier übrigens bemerkt werden, daß man in sehr vielen Fällen diese Fortsätze anscheinend verschwinden sieht, ohne ihren Uebergang in die Fortsätze anderer Zellen oder in Nervenröhren zu beobachten. Daß aber dieses freie Enden solcher Nervenzellenfortsätze nur scheinbar ist, läßt sich wohl aus dem Umstande schließen, daß, wenn dieß wirklich der Fall wäre, die physiologische Function dieser Fortsätze und theilweise auch ihrer Nervenzellen ebenso undenkbar wäre, als die der ohne Fortsätze beobachteten sogenannten apolaren Zellen, welche wahrscheinlich die in der Heranbildung begriffenen Zellen sind, deren Fortsätze sich bei weiterer Entwicklung bilden.

Um den ganzen Nerven bildet das Zellengeweb eine Scheide, welche um so dicker ist, je stärker der Nerv ist. Diese Scheide trägt übrigens nicht nur zur Zusammensetzung des Nervengewebes bei, sondern sie ist auch der Träger der Blutgefäße, sowie der Fett- und Pigmentablagerungen. Nach außen hängt sie mit dem benachbarten Zellengeweb zusammen und dient so zur Anheftung der Nerven an die benachbarten Theile; außerdem schickt sie aber auch Fortsätze nach innen, welche immer kleinere Nervenfasern und kleinere Mengen derselben (Nervenbündel) umhüllen und mit einander verbinden. Diese Zellgewebsscheiden der einzelnen Fasern und Stränge sind glatte, glänzende Schläuche, an denen man, abwechselnd mit dunklen, querlaufende oder zackig gebogene, hellere, glänzende Streifen bemerkt. Einigen Beobachtern zufolge entstehen diese Querstreifen durch die

wellenförmige Krümmung der Zellgewebsfasern der Nervenscheiden, nach Andern sind sie bedingt durch eine schlangenförmig gekrümmte Lage der Primitivfaserbündel innerhalb der gleichmäßig röhrenförmigen Scheide, wobei diese Faserbündel der Scheide bald näher, bald entfernter liegen und deßwegen bald mehr, bald weniger deutlich hindurchscheinen; auf diese Weise wären also die Nervenfasern vermöge ihrer gekrümmten Lage viel länger, als die Nervenscheiden.

Diese, Neurilem (neurilemma) genannten Zellgewebsscheiden fehlen nach Valentin nirgends, auch in den Centralorganen nicht, sie umspinnen die einzelnen Fasern, Bündel und Stränge und stehen also alle untereinander in Verbindung und dienen nicht nur zur Anheftung an die Nachbartheile, sondern auch zur Anheftung untereinander, ferner zum Schutz, zur Isolation der einzelnen Fasern und Bündel unp als Lager für die Blutgefäße. Das Nervengewebe fordert nämlich zu seiner Unterhaltung viel Blut, namentlich aber die Centralorgane desselben, und unter diesen besonders das Gehirn, welches an Blutgefäßen am reichsten ist und in welchem auch die feinsten Capillaren vorkommen; so soll nach Haller dem Gehirn allein in einer bestimmten Zeit achtmal mehr Blut zugeführt werden, als jedem andern Theile des Organismus; das Gehirn ist also blutreicher als das Rückenmark, und dieses wieder blutreicher als die Nerven. Die Blutgefäße des Nervengewebes verbreiten sich nach Bock im Neurilem und umspinnen die Fasern mit einem Netz der allerfeinsten Capillargefäße, welches Netz, in der Marksubstanz und den Nerven sehr in die Länge gedehnt, große Maschen bildet, indem sich die Gefäße in weiten Strecken meist den Nervenfasern parallel hinziehen und durch quere Reiserchen, die vor oder hinter den Fasern hinweglaufen, miteinander communiciren. In der grauen Substanz, welche am reichsten an Gefäßen ist, bilden dieselben ein dichtes und sehr feines Capillarnetz.

Die durch das Neurilem zu sehr verschieden dicken Strängen vereinigten Nervenröhren sind bekanntlich zwischen den peripherischen Organen und Geweben und den Centralorganen so ausgespannt, daß die einzelnen Röhrchen in diesen Bündeln so verlaufen, daß jedes für sich einen isolirten, von den benachbarten Röhrchen ganz unabhängigen Leitungsdraht vom Centrum zur Peripherie und umgekehrt darstellt, so daß also die einzelnen Röhrchen sich weder verästeln noch durch Anastomosen miteinander zusammenhängen. Auf's

Genaueste haben die mikroskopischen Untersuchungen dargethan, daß die Primitivnervenröhrchen ununterbrochen von ihrem Anfange bis zu ihrem Ende wie einfache Leitungsdrähte fortlaufen und sich also nirgends gabelförmig theilen, obwohl Brücke und Joh. Müller eine solche Theilung in den Augenmuskeln der Fische beobachtet haben wollen. Trennt sich ein großer Nervenstamm in kleinere, so sieht man wieder, wie sich nur einzelne Röhrchen von ihm ablösen, die aber dann wieder selbstständig verlaufen; so gibt auch bei den sogenannten Anastomosen ein Nervenast eine gewisse Anzahl von Fasern an seinen Nachbar ab und umgekehrt, so daß auch in diesen Anastomosen nur ein Austausch, nirgends aber eine Trennung einer, oder eine Verbindung zweier Nervenröhren durch Querfasern stattfindet.

Wichtig für die Function der Nerven ist die den neuesten Untersuchungen zufolge gewonnene Thatsache, daß sich dieselben an der Peripherie derjenigen Organe und Gewebe, in welchen sie Bewegung hervorrufen oder Empfindung aufnehmen sollen, frei endigen, sowie sich auch alle Nervenröhren zu diesem Zwecke in den Centralorganen in Ganglienzellen endigen müssen. Die physiologischen Wirkungen gehen also immer vom Anfang oder vom Ende der einzelnen Nervenröhrchen aus, obwohl der Nerv von jedem Punkte seines Verlaufs aus mechanisch erregt werden kann.

Wie man früher und zum Theil noch in der neuesten Zeit (Kölliker) glaubte, daß die Nervenfasern in den peripherischen Theilen sich schlingenartig umbiegen und der zurückkehrende Schenkel in den Nervenstamm wieder eintrete, um zum Centrum wieder zurückzukehren und also diese Schlingen für die peripherischen Endigungen der Nervenfasern hielt, so ist es gegenwärtig ebenso bestimmt erwiesen, daß diese schlingenförmigen Umbiegungen, welche bei einzelnen Fasern wirklich bestehen, durchaus nicht die Endigungen der Nervenröhrchen sind, sondern daß von diesen Schlingen aus noch feinere, oft marklose Fasern ausgehen, welche sich frei endigen. Meißner und Wagner haben nachgewiesen, daß die Nerven in den sogenannten Tastkörperchen sich mit blassen marklosen Fasern endigen, welche aus den dunkelrandigen Röhren fächerartig entspringen, und sogar Kölliker hat die Beobachtung gemacht, daß die Nervenfasern der Schnecke sich frei endigen, wie überhaupt noch an mehreren Orten freie Endigungen der Nervenfasern anatomisch nachgewiesen wurden. Ebenso ist es als erwiesene Thatsache hinzunehmen, daß sich die Nerven-

fasern unmittelbar vor ihrer peripherischen Endigung theilen und zwar oft in zwei, drei und mehrere Aestchen, und daß einzelne solcher Aestchen sich wieder in secundäre Aestchen theilen. Diese Theilungsäste, welche büschelförmig von der Spitze der Nervenröhrchen ausgehen, zeigen bezüglich ihrer Beschaffenheit ein zweifaches Verhalten, indem sie entweder dieselbe Beschaffenheit wie die Mutterfaser zeigen und als dunkelrandige Primitivfasern, oder, verschieden von der Mutterfaser, als blasse marklose Fasern aus der dunkelrandigen Nervenröhre hervortreten.

Bezüglich der centralen Endigungen oder Anfänge der Nervenfasern hat zuerst R. Wagner im Rückenmark Ganglienzellen nachgewiesen, in welche sich sensible Fasern einmünden und von welchen auch motorische entspringen; ebenso ist es erwiesen, daß in den außerhalb des Gehirns und Rückenmarks liegenden Anhäufungen von Ganglienzellen, also in den eigentlichen Ganglien, alle diese Zellen Fortsätze haben, welche in Nervenröhren übergehen, so daß alle diese Zellen mit Nervenfasern in Verbindung stehen und also entweder das Ende oder den Anfang von Nervenröhren bilden. Abgesehen also noch davon, daß weder im Gehirn noch im Rückenmark Endungen von Nervenfasern ohne Zellen beobachtet wurden, scheint nach dem Ebengesagten die Annahme, daß die Ganglienzellen die Anfänge oder die Endigungen der Nervenröhren sind, gewiß nicht unbegründet.

Was die chemische Constitution der Nervenelemente betrifft, so kommt die Nervenscheide in ihren chemischen Eigenschaften den anderen thierischen Zellenmembranen nahe; vor allen zeichnet sie sich durch ihre Schwerlöslichkeit aus, durch Kochen wird sie nicht zu Leim, sie löst sich nur in kochender concentrirter Essigsäure und bei Digestion mit concentrirter Schwefelsäure oder mit ätzenden Alcalien auf. Nach Lehmann zieht sich die Nervenröhrenscheide auf Zusatz von concentrirter Salzsäure beträchtlich zusammen in der Richtung ihrer Länge.

Wie schon oben bemerkt wurde, bildet der Inhalt der Nervenröhren eine homogene wässerige Lösung in lebenden oder sich noch in frischem Zustande befindlichen Nerven, und diese Lösung besteht aus einer eigenthümlichen Mischung von Fetten, Fettseifen, verschiedenen Proteïnsubstanzen und Salzen. Sobald aber der Nerv todt und also äußern Einflüssen ausgesetzt ist, so tritt eine Art Zersetzung

ein und es entsteht jener oben berührte Achsencylinder, indem einzelne Elemente seines Inhalts sich in unlöslicher Form ausscheiden, wodurch zugleich die gelösten Fette sich unlöslich trennen und die sogenannte Markscheide bilden.

Daß der sogenannte Achsencylinder aus Proteïnsubstanzen besteht, geht schon daraus hervor, daß er in heißem und kaltem Wasser, Aether und Alkohol unlöslich, in concentrirter Salzsäure und Schwefelsäure, sowie in ätzenden Alcalien dagegen leicht löslich ist, und durch Salpetersäure gelb gefärbt wird. Diese Reactionen sprechen also gegen die Ansicht Mulders, daß dieser Achsencylinder aus Fett bestehe. Der Achsencylinder enthält im Gegentheil kein Fett, oder vielleicht nur höchst unbedeutende Mengen desselben, die Markscheide dagegen ist reich an Fetten und enthält nur wenig lösliche Proteïnsubstanz.

Kocht man Nerven in Alkohol oder Aether, so wird nach Funke der Markscheide das Fett entzogen und der lösliche Proteïnkörper derselben in feinkörnigem Gerinnsel um den Achsencylinder niedergeschlagen. Behandelt man mit Alkohol gekochte Nervenfasern mit ätzenden Alcalien, so wird auch die in der Scheide zurückgebliebene geronnene Proteïnsubstanz des Markes, sowie der Achsencylinder gelöst und man erhält nach Funke leere, aufgequollene Scheiden.

Die Untersuchungen über die Nervenfette haben uns noch nicht die gewünschten Aufschlüsse gegeben; wir wissen vorderhand nur so viel, daß die eigenthümlichen und mannigfaltigen fetten Materien des Nervenröhren-Inhalts theilweise in verseiftem Zustande an Kali, Natron oder Kalk gebunden darin vorkommen. Fremy fand neben Elain und theilweise verseifter Elainsäure zwei eigenthümliche Fettsäuren, nämlich Cerebrinsäure und Oleophosphorsäure. Die Cerebrinsäure ist nach Fremy weder in Wasser noch in Aether löslich, dagegen leicht löslich in kochendem Alkohol, sie enthält Stickstoff und Phosphor, läßt sich crystallinisch leicht darstellen und ihre Salze sind im Wasser nicht löslich. Die Oleophosphorsäure, nach Gobley Lecithin, soll Phosphor, aber keinen Stickstoff enthalten und läßt sich von der Cerebrinsäure nicht trennen, also nicht rein darstellen, Fremy sah sie beim Kochen mit Alkohol in Elain und Phosphorsäure zerfallen, ein Zerfallen, das nach Rokitanzki zum Theil auch bei der Gehirnerweichung vorkommen soll.

Die Natur der in den Nervenfasern enthaltenen Proteïnsubstanz

ist uns bisher völlig unbekannt; der Wassergehalt der Nervenfasern beträgt 63—70%.

Die chemische Constitution der Membran der Nervenzellen ist, ihrem Verhalten gegen Reagentien nach zu schließen, höchst wahrscheinlich dieselbe, wie die der Nervenröhrenscheide. Ueber die Constitution des Nervenzelleninhaltes wissen wir nur so viel, daß er ein Proteinkörper ist und Fett enthält, vom letztern weniger, als der Nervenröhren-Inhalt, dagegen mehr Wasser.

Centralorgane des Nervensystems.

a. Gehirn.

Wie wir wissen, zerfällt das Gehirn in drei Abtheilungen, das große Gehirn, das kleine Gehirn und die Verbindungstheile oder das Mittelgehirn, enthält vier Höhlen und gibt 12 Nervenpaare ab.

Das vor und über dem kleinen und Mittelgehirn liegende große Gehirn nimmt den vordern und obern Theil der Schädelhöhle ein, ist oben und an den Seiten convex und unten platt, ruht vorn in der vordern und mittlern Schädelgrube und hinten auf dem **Tentorium cerebelli**. In der Mittellinie läuft eine tiefe Spalte von vorn nach hinten, die Scissura longitudinalis cerebri, welche dasselbe in zwei Hemisphären theilt und vorn bis auf die Basis cranii, in der Mitte bis auf das Corpus callosum und hinten bis auf das Tentorium cerebelli dringt. An seiner äußern Oberfläche, welche aus grauer Substanz besteht, während die weiße innen ist, bemerkt man jene darmähnlich gewundenen Geschwülste, Gyri, zwischen welchen sich Vertiefungen, Sulci, hinziehen und auf diese Art zur Vermehrung der Oberfläche ohne weitere Raumbeschränkung sehr viel beitragen.

Jede Hemisphäre wird hauptsächlich aus dem Hirnstiele, **Pedunculus cerebri**, dem Markkörper und den Hirnganglien gebildet, zerfällt in einen vordern, mittlern und hintern Lappen und enthält in ihrem Innern einen Seitenventrikel.

In der Mittellinie der Basis des großen Gehirns liegen von

vorn nach hinten folgende Theile: 1) die Sehnervenvereinigung, **Chiasma nervorum opticorum**, in dessen hintern Rand die **Tractus nervorum optic.** eintreten, während aus dessen vorderem Rand die Sehnerven hervorgehen, und in dessen Innern sich die Fasern kreuzen. 2) Der graue Höcker, **Tuber cinereum**, welcher sich nach vorn und unten in den sich auf dem Boden des dritten Ventrikels öffnenden Trichter, **Infundibulum**, verlängert, an dessen unterm Stiele die Schleimdrüse, **Glandula pituitaria**, anfängt. 3) Die Markkügelchen, **Corpora candicantia**, aus welchen die vordern Schenkel des **Fornix** entspringen. 4) Die Basis des dritten Ventrikels, **Substantia perforata media**.

An der Basis jeder Hemisphäre des großen Gehirns liegen ferner von vorn nach hinten folgende Theile: 1) der dreieckige Riechstreifen, **Sulcus tractus olfactorii** und dessen **Bulbus cinereus**. 2) Am hintern Rand des vorigen **Sulcus** liegt die **Caruncula mammillaris**, eine dreiseitige Erhabenheit. 3) Die **Lamina cribrosa** mit den drei Wurzeln des Riechnervens; diese Theile liegen an der untern Fläche des vordern Hirnlappens. Zwischen dem vordern und mittlern Hirnlappen liegt das Thal, **Fossa sylvii**, mit der **Insula** und dem Klappdeckel, dem Dach der sylvischen Grube in der Tiefe. 4) Der Hirnstiel, **Pedunculus cerebri**, welcher nach vorn in den Markkörper ausstrahlt, nach hinten in den **Pons Varolii** übergeht und vom 5) Sehstreifen, **Tractus nervi optici**, umschlungen wird, welcher durch sein hinteres Ende mit dem **Thalamus** und den **Corpora quadrigemina** zusammenhängt und an seinem vordern Ende mit dem Sehstreifen der andern Seite das **Chiasma nervorum opticorum** bildet. 6) Nach Außen vom Hirnstiele befindet sich ein Wulst, **Gyrus hippocampi**, dessen vorderes Ende sich als Haken, **Uncus**, nach innen und hinten krümmt. Diese Theile liegen an der untern Fläche des mittlern Hirnlappens.

Zwischen beiden Hemisphären, also im mittlern Theile des großen Gehirns, liegen von oben nach unten folgende Theile: 1) der Balken, **Corpus callosum**, mit dem nach unten gekrümmten Knie, **Genu**, an dessen Ende sich ein scharfer Rand, **Rostrum**, befindet, dem Körper, **Truncus**, und dessen hintern freien Ende, dem Wulst, **Splenium**. 2) Die durchsichtige Scheidewand, **Septum pellucidum**, welche aus zwei senkrechten, zwischen dem **Corpus callosum** und dem **Fornix** ausgespannten Blättern besteht und zwischen sich den **Ventriculus**

septi pellucidi hat. 3) Das Gewölbe, Fornix, dessen mittlerer Theil, Corpus, das Dach des dritten Ventrikels bildet und auf den Sehhügeln aufliegt, und an dessen Rand sich der zum Ammonshorn fortsetzende Saum, Taenia, befindet. Die vordern Schenkel des Fornix, Crura anteriora, welche zwischen sich und den Sehhügeln das Foramen Monroi haben, hängen mit den Corpora mammillaria zusammen, während die hintern Schenkel, welche zwischen sich die Leyer, Psalterium, haben, in die Ammonshörner übergehen. 4) Die Zirbeldrüse, Glandula spinealis, welche unter dem Psalterium auf dem Vierhügelkörper liegt, den Hirnsand, Acernulus cerebri, enthält, und durch zwei Schenkel mit den Sehhügeln zusammenhängt.

In jeder Hemisphäre liegt ein sogenannter Seitenventrikel, dessen Dach vom Centrum Vieussenii semiovale, dem Querstreifen des Balkens, gebildet wird; er hängt durch das Foramen Monroi mit dem andern Seitenventrikel, von dem er durch das Septum pellucidum und den Fornix getrennt ist, und der dritten Hirnhöhle zusammen, und besteht aus der mittlern Höhle, Cella lateralis, welche sich nach hinten in die Fissura transversa cerebri öffnet und in drei Hörner, ein vorderes, welches das vordere Ende des Corpus striatum enthält und sich in den vordern Lappen erstreckt, ein hinteres, Cornu posterius, welches sich in den hintern Hirnlappen fortsetzt und die Vogelklaue, Calcar avis, enthält, und ein absteigendes, Cornu descendens, fortsetzt, welches bogenförmig in den mittlern Hirnlappen herabtritt, und das Ammonshorn, Pes hippocampi major enthält, an dessen innern scharfen Rande sich die Taenia, und unter dieser die Fascia dentata befindet. Jeder Ventrikel ist mit einem Epithelium bekleidet und enthält einen Plexus choroideus.

Die dritte Hirnhöhle, Ventriculus tertius, befindet sich zwischen den Sehhügeln, welche die Seitenwände, der vordern und hintern Commissur, welche die vordere und hintere Wand bilden, unter dem Fornix, welcher das Dach und über dem Tuber cinereum und der Substantia perforata media, welche den Boden bilden. Dicht unter dem Dach befindet sich in ihr der Plexus choroideus tertius, dann vier Commissuren, zwei an der vordern, eine an der mittlern und eine an der hintern Wand, vorn am Dach ist das Foramen Monroi, auf dem Boden der Aditus ad infundibulum, und an der hintern Wand, dicht unter der hintern Commissur, der Aditus ad

aquaeductum sylvii, welcher aus der dritten in die vierte Hirnhöhle leitet und zwar durch die sylvische Wasserleitung.

Das Mittelgehirn, Mesencephalon, welches in der Mitte der hintern Schädelgrube, vor und unter dem kleinen Gehirn liegt und das große und kleine Gehirn und das Rückenmark mit einander vereinigt, besteht aus den Vierhügeln, der Brücke und dem verlängerten Mark.

a) Die unter dem Psalterium, über dem vordern Theile der Brücke und vor dem Cerebellum liegenden Vierhügel, Corpora quadrigemina, bestehen aus einem vordern und einem hintern Paare, auf deren obern Fläche die Zirbeldrüse ruht, während an ihrer Seite, wo sie in die Sehhügel übergehen, der innere Kniehöcker, Corpus geniculatum internum, hervortritt; aus ihrem hintern Rande gehen die Crura cerebelli ad corpora quadrigemina, zwischen denen sich die Valvula cerebelli anterior befindet, zum kleinen Gehirn.

b) Die Brücke, Pons Varolii, hängt nach vorn mit den Pedunculis cerebri, seitlich mit den Crura cerebelli ad pontem und hinten mit der Medulla oblongata zusammen, und hat in der Mitte eine Längenfurche für die Arteria basilaris.

c) Das verlängerte Mark, Medulla oblongata, ist der obere, innerhalb der Schädelhöhle in der Fossa pro medulla oblongata liegende, etwas dickere Theil des Rückenmarks, welches vom ersten Halswirbel bis zur Mitte des Clivus heraufreicht, wo es an die Brücke grenzt. Es besteht fast ganz aus weißer Substanz und wird durch eine vordere und hintere Spalte, Fissura longitudinalis anterior und posterior, in eine rechte und eine linke Hälfte getheilt. An jeder Hälfte der Medulla oblongata befinden sich drei Paare von einander durch Furchen getrennte Anschwellungen, wovon die vordern oder untern Pyramidenkörper, die mittlern Olivenkörper und die hintern strangförmige Körper heißen. Die vordern Corpora pyramidalia werden nur durch die vordere Spalte von einander getrennt und lassen ganz oben, gerade unter und hinter der Brücke, eine dreieckige Lücke, Foramen coecum. Sie bestehen hauptsächlich aus Längenfasern und sind ungefähr 1″ lang; ihr oberer breiter Rand (Monticulus) grenzt an den untern Rand der Brücke, wo Fasern durch die Brücke zu den Hirnschenkeln treten, während ihr unteres Ende an der Stelle in das Rückenmark übergeht, wo

ihre innern Fasern sich kreuzen, indem sie von einer Hälfte des Rückenmarks zur andern übertreten.

Die Olivenkörper, Corpora olivaria, bilden die mittlern oder seitlichen Anschwellungen der Medulla oblongata, sind 6—7''' lang und $2^1/_2$—3''' breit, so daß auf jeder Seite zwischen dem Corpus pyramidale und restiforme ein solcher liegt und ohngefähr 1''' von der Brücke sich endet und so zwischen sich und der Brücke eine Lücke, den Sulcus coecus, bildet. Während sein äußerer Umfang weiß ist, hat er in seinem Innern eine graue, mit fester Marksubstanz gefüllte Blase, den Nucleus olivae, welcher seine Fasern von dem vordern grauen Strange des Rückenmarks erhält. Der Olivenkörper liegt zwischen den auseinander weichenden und sich theilweise wieder vereinigenden Fasern (Hülsenstränge) des Rückenmarks, mit welchen sich die aus der Olive hervorkommenden Fasern vereinigen. Der innere Theil der Olivenhülse und die Fortsetzung der vordern Markfasern des Rückenmarks laufen zwischen Pyramide und Olive an der concaven Oberfläche der Brücke theils zu den Hirnschenkeln, theils durch die Vierhügel zu den Sehhügeln.

Die strangförmigen Körper, Corpora restiformia, bestehen aus gewundenen Fasern, sind schmal und treten divergirend in die Markkörper der Hemisphären des kleinen Gehirns ein, so daß die vierte Hirnhöhle zwischen ihnen gebildet wird; an ihrer Oberfläche haben sie einen weißen hervorspringenden Bündel, den Calamus scriptorius, welcher das untere Ende des vierten Ventrikels bildet.

b. Kleines Gehirn.

Das kleine Gehirn liegt unter dem Hirnzelte und über der Brücke und der Medulla oblongata in der hintern Schädelgrube, und ist an seiner Oberfläche mit vielen Quereinschnitten versehen. Der mittlere Theil des kleinen Gehirns, der Wurm, Vermis, nimmt vorne die Brücke und hinten die Medulla oblongata auf und an dessen beiden Seiten befinden sich die Hemisphären. Eine tiefe, sich um das ganze Cerebellum herumziehende Spalte, der Sulcus horizontalis Reilii, trennt dasselbe in eine obere und eine untere Hälfte. Die bemerkenswerthesten Theile des kleinen Gehirns sind die Schenkel, die Markkörper, die Lappen und der vierte Ventrikel.

Schenkel hat dasselbe drei Paare, nämlich die Crura cerebelli

ad pontem, welche von vorn aus dem kleinen Gehirn in die Seitenränder der Brücke treten; die Crura cerebelli ad corpora quadrigemina, welche nach oben und vorn zum hintern Rand der Vierhügel steigen, während die Crura cerebelli ad medullam oblongatam, welche die Corpora restiformia bilden, weiter nach innen liegen, aus den seitlichen, hintern Theilen der Medulla oblongata heraufsteigen und in das kleine Gehirn eintreten.

Der Markkörper der Hemisphären des kleinen Gehirns, welcher in seinem Innern den Nucleus cerebelli enthält, zeigt auf einem Längendurchschnitte den Arbor vitae mit einem stehenden und einem liegenden Aste, während der Markkörper des Wurms ebenfalls baumförmig in Aeste und Blätter getheilt ist.

Von den Lappen folgen an der obern Hälfte des Wurms von vorn nach hinten der Lobulus centralis, der Monticulus cerebelli und das Wipfelblatt, Folium cacuminis; an der untern Hälfte des Wurms, welche das Dach des vierten Ventrikels bildet, liegen von hinten nach vorn der Tuber valvulae, Klappenwulst, dann die Wurmpyramide, Pyramis vermis, der Zapfen, Uvula und das Knötchen, Nodulus malacarne.

An der obern Hälfte der Hemisphären ist der aus acht Blättern bestehende Lobulus quadrungularis, dann der aus 16 Blättern bestehende Lobulus superior posterior. Am untern Theil von hinten nach vorn der Lobulus semilunaris, der Lobulus inferior anterior, die Mandel, Tonsilla, und die Flocke, Flocculus, welche sich in die Valvula cerebelli posterior fortsetzt.

Der zwischen dem Mittelgehirn und dem kleinen Gehirn liegende vierte Ventrikel steht nach oben durch den Aquaeductus sylvii mit dem dritten Ventrikel in Verbindung, setzt sich nach unten in den Sinus rhomboideus fort und öffnet sich zwischen dem kleinen Gehirn und dem verlängerten Mark in der Fissura transversa cerebelli. Ihr Dach wird vom Unterwurm, die Seitenwände aber von den Crura cerebelli ad corpora quadrigemina unten von den Corpora restiformia gebildet, während ihr mit einer Lamina cinerea bekleideter Boden von der Brücke und dem verlängerten Mark gebildet wird. Sie ist mit Ependyma bekleidet und enthält den Plexus choroideus quartus.

Wie schon früher bemerkt wurde, ist das Gehirn das blutreichste Organ des ganzen Körpers und erhält sein Blut von der Carotis

interna und der **Arteria vertebralis**, während die Arterien des kleinen Gehirns alle aus der **Arteria vertebralis** entspringen. Die Venen sind theils äußere, welche von der äußern, theils innere, welche von der innern Oberfläche kommen und sich alle in die Blutleiter der harten Hirnhaut ergießen.

Wichtig für die Ernährung des Gehirns ist der Umstand, daß die genannten Gehirnarterien nicht weit vom Herzen entspringen, und vor ihrem Eintritt in's Gehirn nur wenige Zweige abgeben, so daß das zum Gehirn gehende Arterienblut seinen Nahrungsstoff noch im größten Maße enthält. Daß übrigens das Gehirn verhältnißmäßig eine größere Masse von Nahrungsstoffen bedarf, als alle übrigen Organe des Körpers, geht nicht nur allein aus dieser Blutbeschaffenheit, sondern auch daraus hervor, daß es viele und große Arterien enthält, die zuerst in der **Pia mater** zahlreiche Krümmungen bilden, sich dann an der Oberfläche des Gehirns netzartig ausbreiten, und erst nachdem die größern Aeste sich schnell in die kleinsten Zweige vertheilt haben, in's Gehirn eintreten, und hiedurch, sowie durch den weitern Umstand, daß sie in knöchernen Canälen in verschiedenen Krümmungen laufen, wird der zu schnelle Zutritt des Blutes zum Gehirn möglichst verhindert. In die Schädelhöhle eingetreten, werden sie bloß durch ein sehr zartes Zellgewebe ganz locker an die benachbarten Theile angeheftet, und indem ihr äußeres Zellgewebe in die Fasernhaut des Gehirns übergeht, werden ihre Wandungen dünner.

Die Gehirnarterien laufen zuerst zwischen der **Arachnoidea** und **Pia mater**, hierauf in der **Pia mater** und treten dann in die Höhlen, Spalten und Einschnitte der Hirnsubstanz, von wo aus sie sich dann verzweigen. Dadurch, daß diejenigen Arterien, welche an der Oberfläche in den Gyri's hinlaufen, mit ihren Aesten nur zur grauen Substanz reichen, also nicht in die weiße eindringen, und die von den Höhlen aus in die weiße Substanz sich verbreitenden nicht zur grauen dringen, zeigen beide Substanzen in Beziehung auf Ernährung eine gewisse Unabhängigkeit von einander.

Häute hat, wie bekannt, das Gehirn drei, nämlich die fibröse, aus zwei Platten bestehende harte Hirnhaut, in welcher sich die **Sinus**, Blutleiter, befinden, und deren äußere Platte um die Gefäße und Nerven des Gehirns Scheiden und deren innere die Scheidewände zwischen einzelnen Gehirntheilen, den **Processus cruciatus durae**

matris bildet. Dann die Spinnenwebehaut, Tunica arachnoidea, ein seröser Sack, dessen äußere Platte an die Dura mater, dessen innere an die Pia mater geheftet und brückenartig über die Vertiefungen an der äußern Oberfläche des Gehirns hinweggezogen ist. Die dritte, mit der äußern und innern Oberfläche des Gehirns fest vereinigte vasculöse Membran ist die Pia mater, weiche Hirnhaut; sie bildet an der Fissura transversa cerebri und Cerebelli eine Gefäßplatte, Tela choroidea, und dringt von dieser in das Innere der Ventrikel um die Plexus choroidei zu bilden.

Das Epithelium der Gehirnventrikel, Ependyma, ist eine durchsichtige, zellige und äußerst zarte Membran, welche mit den Oberflächen des Gehirns in den Höhlen so innig verschmolzen ist, daß man sie von ihr nicht trennen kann, ohne eine Lage Hirnsubstanz mitzunehmen; nach Purkinje ist sie Flimmerepithelium und wird nicht allein von der verdünnten Pia mater, sondern auch von der Arachnoidea gebildet.

In der Höhle des Arachnoidalsackes befindet sich die von Magendie entdeckte Cerebrospinal-Flüssigkeit.

Den von Strambio beschriebenen sechsten Ventrikel des Gehirns, welcher beim Fötus regelmäßig, bei Erwachsenen dagegen sehr selten vorkommen soll, fand Poletti nicht nur an einer 15 Tage alten Kinderleiche, sondern auch an der Leiche eines Erwachsenen. Er erstreckt sich vom Knie bis zum Wulst des Balkens, also an der Decke des dritten Ventrikels, ist platt, dreiseitig, am hintern Ende breit, nach vorne zu spitzig, welche Spitze sich nach Strambio als Aquaeductus vorwärts in den Ventricul. septi pellucidi öffnet.

Die äußere, wie die innere, gegen die Ventrikel gerichtete Oberfläche des großen Gehirns ist, wie bekannt, mit einer von weißen Schichten durchzogenen grauen, 1—1½‴ dicken Rinde bedeckt, welche aber die weiße Substanz nicht scharf begrenzt, sondern, allmählich bläſſer und gelblich werdend, in diese übergeht. Neben der innern und äußern Oberfläche sind es aber noch mehrere Theile des großen Gehirns, wo die graue Substanz mehr oder weniger vorkommt; so hat der Balken nicht nur auf seiner Oberfläche einen dünnen grauen Ueberzug, sondern auch sein Schnabel ruht auf einer grauröthlichen Masse. Der Fornix enthält mehr graue Masse als der Balken, besonders um seinen vordern Schenkel herum, während das Septum pellucidum nur außen mit grauer Masse bedeckt ist.

Das Corpus striatum hat in seinem Innern einen grauen Kern und die Stria ist vorn und unten mit grauer Substanz überzogen. Der Sehhügel ist mit weißer und grauer Substanz gemischt, auch der Pes hippocampi major ist an seinem untern Theile gemischt. Die Corpora quadrigemina sind innig gemischt mit grauer und weißer Substanz, die Substantia perforata anterior ist in der Mitte grau, an den Seiten und oben gemischt, während die Substantia perforata media vorherrschend grau ist. Der Trichter ist grauröthlich und die daranhängende Schleimdrüse besteht aus Zellen mit Kernen und Kernkörperchen.

Die Varolsbrücke hat nur in ihrem Innern graue Inseln, während ihre Oberfläche eine starke Schicht rein weißer Substanz zeigt. Von der Medulla oblongata hat nur das Corpus olivare einen grauen Kern, welcher seine Grundlage vom vordern grauen Strang des Rückenmarks erhält; sein äußerer Umfang ist weiß. Im kleinen Gehirn kommen außer dem Rindenüberzug besonders im Marklager jeder Hemisphäre graugezackte Streifen vor.

Die weiße Substanz, aus welcher bekanntlich die Hemisphären bestehen und welche auf ihrer Oberfläche von der grauen überzogen ist, besteht aus Fasern, die, von den Centraltheilen des Gehirns ausgehend, sich nach der Oberfläche begeben, um hier in die Ganglienzellen der grauen Substanz zu treten. Wie im Rückenmark, so bestehen aller Wahrscheinlichkeit nach auch die Fasern der weißen Substanz der Hemisphären theils aus wirklich sensiblen und motorischen, welche zunächst aus den Ganglien der grauen Substanz der Centraltheile des Gehirns kommen, theils aus sogenannten Commissurenfasern, da die in den Centraltheilen des Gehirns, den Corpor. striat. und dem Thalam. nervi optici liegende graue Substanz wahrscheinlich die nächsten Centralapparate der motorischen und sensiblen Fasern sind, und dieselben mit der grauen Rindensubstanz des großen Gehirns vielleicht nur mittelbar in Verbindung stehen.

Die ganze Masse des Gehirns besteht aus Nervenröhren, Ganglienzellen, Blutgefäßen und Bindegewebsmasse, welche sich in die weiße und graue Substanz theilen, doch so, daß in der weißen Substanz vorzugsweise Nervenfasern mit weniger Bindegewebsmasse, in der grauen Substanz dagegen vorzugsweise Ganglienzellen in größere Mengen von Bindegewebsmassen eingebettet sind, und diese Substanz nur insofern auch Nervenröhren enthält, als dieselben zu

den darin liegenden Ganglien ein- und austreten. Da nun alle in der weißen Substanz liegenden Nervenfasern mit den in der Bindegewebsmasse der grauen Substanz liegenden Ganglienzellen durch die von ihnen ausgehenden, oft vielfach (nach Wagner) verästelten Fortsätze (Commissurenfasern) verbunden sind, und diese Fortsätze also nirgends frei endigen, so muß in diesen Ganglien der grauen Substanz die centrifugale Erregung durch den Willen, die centripetale Erregung als Empfindung, sowie die reflectorische Uebertragung von sensiblen Fasern auf motorische und zwar ohne Zuthun des Willens, erfolgen, so daß es also diese Ganglien sind, mit welchen die Seele zunächst in Verkehr tritt.

Was nun die Verschiedenheit dieser Ganglienzellen betrifft, so hat uns zunächst Jacubowitsch auf die verschiedene Größe und zum Theil auch verschiedene Gestalt dieser Zellen aufmerksam gemacht und gezeigt, daß in dieser Substanz größere Zellen mit mehr gefärbtem Inhalt und kleinere mit blassem Inhalt vorkommen, wovon die ersteren nach ihm als Ursprungsorgane der motorischen, die letztern als Endorgane der sensiblen Nervenfasern auftreten. Ebenso hat R. Wagner bewiesen, daß solche Gangliengruppen, besonders der größern Ganglienzellen an einzelnen Theilen des Gehirns und der **Medulla oblongata**, durch Anastomosen innig mit einander verbunden sind.

Da nun die vorzugsweise aus Nervenfasern bestehende weiße Substanz des Gehirns die beinahe ganz aus Ganglienzellen und Bindegeweb zusammengesetzte graue Substanz an Masse weit übertrifft, und wie wir gesehen, jede Faser der erstern mit den Zellen der letztern in Verbindung steht, so ist dieses nur dadurch möglich, daß, wie Wagner gezeigt, von einer Zelle oft eine gewisse Menge von Fasern entspringen und auf diese Weise oft viele motorische Fasern von den fibrillenartigen Fortsätzen einer einzigen Zelle hervorgehen.

Wenn auch die Nervenröhren des Gehirns zu den feinsten gehören, so können wir immer annehmen, daß sie aus einer sehr feinen Scheide und einem flüssigen Inhalt bestehen.

Die Faserstränge des Rückenmarks, und zwar die vordern, seitlichen und hintern, treten, nachdem sich die Bündel der vordern Partie zum Theil gekreuzt und dabei mehr nach der vordern Fläche gewendet, in die **Medulla oblongata** ein, gehen durch die **Cor-**

pora pyramidalia und treten durch den Pons Varolii, wo sie sich mit queren und schiefen Fasern, die aus einer Hemisphäre des kleinen Gehirns in die andere treten, kreuzen, in die Pedunculi cerebri. Ein großer Theil der Fasern der Pyramiden durchkreuzt sich während ihres ganzen Verlaufs in der Medulla oblongata. Die Fasern der Hülsenstränge, welche, wie wir gesehen, die Olive zwischen sich haben, gehen theils durch die Brücke zu den Hirnschenkeln, theils zu den Vierhügeln, während sich die Fasern der Corpora restiformia in die Hemisphäre des kleinen Gehirns ziehen, um sich mit den übrigen Fasern des kleinen Gehirns zu vermischen. Die Fasern der Crura cerebelli ad corpora quadrigemina gehen theils nach oben in die Vierhügel, zum größten Theil aber laufen sie unter denselben fort und in die Pedunculi cerebri. Die Vierhügel nehmen durch die obern Schenkel Fasern aus dem kleinen Gehirn, wie auch durch die Hülsenstränge aus der Medulla oblongata und den Hirnschenkeln auf, welche sich mit queren, aus der Schleife kommenden Fasern durchkreuzen und der Länge nach durch die Vierhügel laufen; auch die Zirbeldrüse steht durch Fasern der hintern Commissur mit den Vierhügeln in Verbindung, sowie durch ihre Crura mit den Sehhügeln. Der Hirnstiel besteht aus der Basis und der durch das Stratum nigrum von ihr getrennten Haube. Die Fasern der Basis sind Fortsetzungen der tiefen Brückenfasern und kommen aus den Pyramiden, den innern Hülsensträngen und ziehen sich gegen das Corpus striatum hin. Die Haubenfasern sind Fortsetzungen der Seiten- und Keilstränge, kommen aus der Schleife und den vordern Schenkeln des kleinen Gehirns und treten mit ihren tiefern Bündeln noch in das Corpus striatum, mit den höhern in den Sehhügel. Die Sehhügel liefern mit den Vierhügeln die Fasern für den Sehnerven; sie erhalten Fasern aus den Vierhügeln und der Haube des Hirnstiels, die sie theils durch das Corpus striatum, theils unmittelbar zur Markstrahlung schicken. Diese Markstrahlung, deren Ausstrahlungen hauptsächlich den Markkörper der Hemisphären des großen Gehirns bilden, erhält ihre Fasern hauptsächlich vom Corpus striatum, sowie auch noch aus dem Hirnschenkel und dem Sehhügel. Der fast nur aus Querfasern bestehende Balken, Corpus callosum, verbindet die beiden Hemisphären, indem diese Querfasern aus einer Hemisphäre in die andere übertreten, während der Fornix eine Verbindung hinterer und

vorderer Markfasern von vorn nach hinten und zum Theil auch seitlich herstellt.

Dieses wäre nun, so weit die bisherigen Untersuchungen es erlauben, eine möglichst genaue Auseinandersetzung der Verbindung der Fasern des Rückenmarks durch die Medulla oblongata mit dem Gehirn und Ausbreitung dieser Fasern im Gehirn selbst. Was nun den Ursprung oder die Endigungen der aus dem Rückenmark in das Gehirn eintretenden Fasern betrifft, so wissen wir zunächst, daß sowohl die motorischen als die sensiblen Fasern im Gehirn sich auf der ihren peripherischen Endigungen entgegengesetzten Seite endigen, was, wie wir zum Theil schon gesehen, daher kommt, daß die sensiblen Fasern sich im Rückenmark, die motorischen in den Pyramiden der Medulla oblongata kreuzen, so daß die motorischen Fasern für die linke Körperhälfte in dem rechten Schenkel des großen Gehirns, und umgekehrt die der rechten Körperhälfte in dem linken Schenkel enthalten sind; allein die Verfolgung dieser motorischen Fasern über die Hirnschenkel hinaus ist bis jetzt noch nicht gelungen, und doch muß die Frage aufgeworfen werden, welcher Theil der grauen Substanz als der Centralherd dieser motorischen Fasern anzusehen sei, worüber uns unter Andern namentlich Longet die meisten Aufschlüsse gegeben.

Was wir im Ganzen hierüber wissen, ist allerdings nur wenig, da schon in der Pons Varoli bisher alle Versuche scheiterten, diesen Knoten zu entwirren; daß die Fasern nicht bloß einfach durch die Brücke hindurchtreten, wissen wir, ebenso wissen wir, daß in ihrem Innern zwischen den longitudinalen und queren Fasern und Faserbündeln graue Inseln liegen, und schließen daraus, daß auch sie gewissermaßen die Rolle eines Centralorganes spielen.

In pathologischer Beziehung wissen wir z. B. aus sehr zahlreichen Beobachtungen bestimmt, daß durch eine krankhafte Affection des vordern und hintern Hirnganglion, nämlich des Corpus striatum und des Thalamus nervi optici sowohl Empfindung als Bewegung des Rumpfes und der Extremitäten verloren geht; allein deßwegen können wir diese Gehirnpartien noch nicht als die Centralapparate der motorischen und sensiblen Rückenmarksfasern ansehen, weil krankhafte Affectionen anderer Theile dieselben Erscheinungen hervorrufen, so z. B. Extravasate in der weißen Substanz der Hemisphären, welche gar keine Ganglienzellen enthält, und wenn wir

auch mit Funke annehmen, daß diese Erscheinungen vielleicht nur die Folge des Drucks auf die Corpora striata und Thalami nervi optici, den das Extravasat von der weißen Substanz aus ausübt, sind, so stehen wieder die Resultate anderer Versuche im Wege, diese Theile als Centralapparate der Empfindungs- und Bewegungsfasern anzusehen, wie z. B. namentlich die Thatsache, daß directe Reizungen der Corpora striata und der Thalami nervi optici weder Bewegung noch Empfindung hervorrufen, ebenso wenig wie directe Reizung der großen Hemisphären. Kurz, alle Beobachtungen sowohl pathologischer Fälle, als die Resultate der directen Versuche an Thieren sind so widersprechend, daß es geradezu unmöglich ist, bis jetzt auch nur wahrscheinliche Schlüsse daraus zu ziehen.

Auch die Behauptung, daß Reizung oder Verletzung gewisser Hirntheile einer Seite des Gehirns sich in den Nerven der entgegengesetzten Körperhälfte offenbare, ist nicht unbedingt anzunehmen, da die Untersuchungen von Magendie, Brown-Sequard und Schiff den Beweis liefern, daß solche einseitig angebrachten Reize sich bald in den Muskeln der gleichen, bald in denen der entgegengesetzten Seite offenbaren, je nachdem der Reiz auf dem vordern, hintern oder obern Theile einer gewissen Hirnpartie angebracht wird; so ist gerade auch in der Medulla oblongata in dieser Beziehung ein großer Unterschied, ob der Reiz oberhalb oder unterhalb der Kreuzung angebracht wird, indem sich derselbe nach Brown-Sequard im ersten Fall auf der linken, im letzten Fall auf der rechten Seite äußert.

Da wir uns also in dieser Beziehung nicht einmal auf die pathologischen Beobachtungen verlassen können, so ist dieses bei Versuchen mit directen Eingriffen noch viel weniger der Fall, weil man bei diesen Versuchen durch Einschneiden und Abtragen einzelner Theile des Gehirns immer nicht genug bedenkt, daß ein so gewaltsamer Eingriff den ganzen Körper, und mehr oder weniger auch das ganze Gehirn afficirt.

Jedenfalls muß die Masse der Nervenfasern im Gehirne eine große sein, da nicht allein die sensiblen und motorischen Fasern des Rückenmarks durch die Medulla oblongata in's Gehirn treten (von welchem Eintritt übrigens weiter unten noch das Nähere besprochen wird), um in den Ganglien der grauen Substanz zu endigen, sondern auch noch 12 Paare eigentlicher, aus motorischen und sensiblen Fasern bestehenden Hirnnerven aus demselben austreten, abgesehen

von der großen Menge von sogenannten Commissurenfasern, welche die verschiedenen Gangliengruppen des Gehirns in unmittelbare Verbindung setzen und nach Funke wohl die Hauptmasse der weißen Substanz bilden, da sie offenbar die in der oberflächlichen grauen Substanz der Hemisphären liegenden Ganglienzellen mit den im Centrum der sogenannten Hirnganglien gelegenen grauen Zellen verbinden.

c. Das Rückenmark.

Das Rückenmark ist bekanntlich jener im Canal der Wirbelsäule liegende centrale Theil des Nervensystems, welcher die Gestalt eines walzenförmigen, von vorn nach hinten etwas plattgedrückten Stranges hat und vom **Foramen magnum** bis zum zweiten Lendenwirbel, in einer Länge von $15^1/_2$—$17^1/_2''$, reicht; bei einer Breite von $4^1/_2'''$ bis $6'''$ ist dasselbe $4'''$ dick und 9—10 Drachmen schwer. Es ist nicht überall gleich dick, sondern schwillt an zwei Stellen in der Länge von $3''$ bedeutend an, nämlich da, wo die starken Nerven für die obern und untern Extremitäten aus ihm entspringen. Sein oberes Ende geht ununterbrochen in die **Medulla oblongata** über, während sein unteres in eine einfache stumpfe Spitze, Rückenmarkszapfen, **Conus medullae spinalis**, endet, welche von vorn nach hinten etwas platt gedrückt ist. Aus diesem Zapfen läuft noch ein runder, kaum $1'''$ dicker, röthlicher Faden, **Filamentum terminale**, und zwar bis zur Spitze des von der **Dura mater** gebildeten Sackes herab, welcher aus einer, von der **Pia mater** gebildeten und nach Remak ganz mit grauer Neurine angefüllten Scheide besteht, welche am untersten Ende kaum $^1/_2'''$ breit ist. Die dicht an diesem Faden herablaufenden **Nervi coccygei** werden in dessen Scheide nicht aufgenommen. Am besten wird das Rückenmark in drei Theile, nämlich einen Hals-, Brust- und Lendentheil getheilt. Der erste, der Halstheil, beginnt am **Foramen magnum** von der **Medulla oblongata** und schwillt vom zweiten Hals- bis zum ersten Brustwirbel allmählich an, so daß er in der Gegend des fünften Halswirbels die Breite von $6'''$ erreicht, aus welcher $3''$ langen Anschwellung die Armnerven entspringen. Der Brusttheil, welcher das von den Brustwirbeln gebildete Stück des Rückenmarkscanals einnimmt, ist dünner und mehr cylindrisch und fängt in der Gegend des zwölften Brust-

wirbels wieder an zu schwellen. Der unterste Theil des Rückenmarks endlich ist der Lendentheil, dessen 2″ lange und 5‴ breite Anschwellung dem fünften Lenden- und den drei obersten Sacralnerven zum Ursprung dient. Das Rückenmark hat zwei Flächen, eine vordere, welche mehr platt, und eine hintere, welche mehr gewölbt ist, ebenso zwei weniger erhabene seitliche Ränder. Genau in der Mitte von oben nach unten verläuft, der ganzen Länge des Rückenmarks nach, an der vordern und hintern Fläche eine Spalte, von denen die vordere $1^1/_4$‴, die hintere $^1/_2$—$^3/_4$‴ tief ist, so daß das Rückenmark in zwei gleiche Hälften, eine rechte und eine linke, getheilt wird, welche auf dem Boden der vordern Spalte durch eine Lage weißer, auf dem der hintern Spalte durch graue Substanz zusammenhängen. Auch an der Seite, aber nicht ganz in der Mitte, sondern mehr nach hinten, verläuft eine Rückenmarkspalte, welche dasselbe in eine vordere etwas größere, und eine hintere etwas kleinere Hälfte theilt. Die zur Peripherie des Körpers laufenden Nervenfasern treten in zwei hinter einander liegenden Reihen aus jeder dieser Seitenhälfte hervor und bilden so die vordern und hintern Nervenwurzeln, so daß alle Spinalnerven, mit Ausnahme des ersten Hals- und fünften Sacralnerven, mit zwei, durch das **Ligamentum denticulatum** getrennten Wurzeln entspringen. Jede Wurzel besteht aus mehreren, von der **Pia mater** umgebenen Bündeln und Fäden, die sich erst bei ihrem Durchtritt durch die **Dura mater** vereinigen. Manchmal steht eine Wurzel durch einen Faden mit einer nächsthöhern oder tiefern in Verbindung, wie auch nicht weit vom Ursprung der hintern Wurzel ein Verbindungsfaden zur vordern geht. Die Wurzeln der obern Spinalnerven treten, von der **Arachnoidea** umgeben, unter einem rechten Winkel vom Rückenmark ab und laufen quer zu ihren Intervertebral-Löchern, während die der tiefern Spinalnerven länger im Rückenmarkscanal nach unten laufen, um zu ihren Intervertebral- oder Sacral-Löchern zu gelangen und bilden also mit dem Rückenmark einen um so spitzigeren Winkel. In der Gegend des zweiten Lendenwirbels enspringen die untern Spinalnerven so dicht neben einander, daß zwischen ihren Wurzeln kein Zwischenraum mehr zu bemerken ist, weßhalb das Ende des Rückenmarks das Ansehen eines Pferdeschweifs bekommt. Während sich nun jede Wurzel in ihrem Verlauf allmählich der andern nähert, tritt doch noch jede für sich durch eine Oeffnung der **Dura**

mater. Durch die Dura mater hindurchgetreten, schwillt jede hintere Wurzel zu dem länglich-runden röthlichen Ganglion spinale an, welches, von der Dura mater locker umgeben, bei den Kreuz- und Steißbein-Nerven noch innerhalb des Wirbelcanals, bei den übrigen am Ausgang des Intervertebral-Loches ist. Die größten Ganglien sind an den Brustnerven, die kleinsten an den Kreuznerven. An der vordern Fläche des Spinalganglions läuft die vordere Wurzel in einer Rinne dahin, ohne übrigens zur Bildung des Ganglions etwas beizutragen, und vereinigt sich erst am äußern Ende desselben mit der hintern Wurzel zu einem Stamme, in welchem dann die schon von ihrem Abgang vom Rückenmark mit einem Neurilem bekleideten Fasern und Bündel von einer gemeinschaftlichen Nervenscheide umgeben werden.

Wie der Querschnitt des Rückenmarks zeigt, besteht dasselbe aus einer grauen Substanz in der Mitte und einer diese umgebenden weißen Substanz. Die graue Substanz zeigt zwei vordere und zwei hintere Hörner, zwischen welchen auf jeder Seite sich wieder ein Einschnitt zeigt, so daß die ganze graue Masse die Gestalt eines *liegenden* Kreuzes hat. Uebrigens hat diese Substanz nicht an allen Stellen des Rückenmarks dieselbe Form, sondern trennt sich ganz oben so, daß jede Abtheilung getrennt von der andern in einer Seitenhälfte des verlängerten Markes liegt, die dann in den vierten Ventrikel treten, dessen Boden überziehen und von da in's Innere des Gehirns zur grauen Masse desselben sich fortsetzen, nachdem schon im obersten Theile des Rückenmarks die vordern Hörner verschwunden, während die hintern sehr groß werden und bis zur Oberfläche des verlängerten Markes reichen. An den Anschwellungen des Rückenmarks, besonders an der untern, ist die graue Substanz etwas stärker. Nach Stilling ist die graue Substanz im Querschnitt kreisförmig oder oval mit transversal oder sagittal gestelltem längstem Durchmesser; während sie auch nach ihm in der Cervical- und Lendenanschwellung umfangreicher, als im Dorsaltheil des Rückenmarks ist, erreicht sie in der Mitte des Conus medullaris den größten Umfang und verschwindet beim Uebergang in den Endfaden. Auf Querschnitten ist also nach Stilling die graue Substanz kreisförmig, sie gleicht vier verschmolzenen Kreisen, wobei übrigens Lenhossek fand, daß die hintern Kreise größtentheils von den hintern Spinalwurzeln gebildet und von der Ganglienſubstanz nur halbzirkel-

förmig umrandet werden, sowie auch nach seiner Ansicht die Durchschnitte der Ganglienſäulen in höhern Theilen des Rückenmarks nur dann mit einer doppelthalbmondförmigen Figur verglichen werden können, wenn man die aus den Hinterhörnern hervortretenden hintern Spinalwurzeln mit zur grauen Substanz rechnet.

In ihrer Mitte hat die graue Substanz den das ganze Mark durchlaufenden Centralcanal, welcher innerhalb mit Cylinder-Epithelium ausgekleidet ist, und die beständige Existenz dieses Centralcanals durch die ganze Höhe des Rückenmarks und in allen Lebensaltern kann nach den erneuerten Untersuchungen von Stilling und Lenhossek nicht mehr bezweifelt werden. Nach Lenhossek besteht in Ansehung des Alters in dieser Beziehung kein anderer Unterschied, als daß im hohen Alter das untere Drittheil des Canals geräumiger wird. Der Canal beginnt nach Lenhossek an der äußersten Spitze des Conus medullaris zugleich mit der grauen Substanz. Nach Stilling öffnet er sich an der Uebergangsstelle des Conus medullaris in den Endfaden, beim Menschen in die hintere Längenspalte, bei den höhern Wirbelthieren in die vordere, doch schließt sich der Endfaden unter der genannten Stelle wieder zum Rohr. Im Conus medullaris verläuft nach Stilling der Canal ungefähr in der Mitte des Rückenmarks, weiter aufwärts nähert er sich mehr der vordern Fläche; nach Lenhossek liegt er bis zum Beginn der Medulla oblongata im vordern Drittheile des sagittalen Durchmessers des Rückenmarks, zieht sich dann rückwärts, so daß er oberhalb der Pyramidenkreuzung genau mit dem Mittelpunkt des Querschnittes zusammenfällt, nimmt in der Höhe der Durchtrittsstelle der ersten Spinalnerven eine bedeutendere Krümmung mit vorderer Wölbung an und verläuft so schief nach aufwärts, bis er sich einige Linien unter dem Calamus scriptorius öffnet. Der Horizontaldurchschnitt des Canals ist nach Lenhossek im Conus medullaris bis zur Lendenanschwellung eine enge, länglichte, mit dem längsten Durchmesser sagittal gestellte Spalte, wird dann rautenförmig, oberhalb der Lendenanschwellung eine Querspalte, in der Mitte der Rückengegend ein Kreis, in der Cervicalanschwellung ein Dreieck mit vorderer Basis und hinterer Spitze, und zunächst dem Bulbus rhachiticus wieder eine sagittale Spalte, wie am untern Ende des Rückenmarks. Der Durchmesser des Canals variirt nach Stilling zwischen 0,016 und 0,5 mm., und er glaubt, daß die Abweichungen des Durchschnittes

von der Kreisform zum Theil durch die Präparation erzeugt sein möchten; ebenso liegt nach Stilling der Grund, warum ihn Kölliker bei Erwachsenen in der Regel vermißte, in der Methode der Präparation, der Erhärtung in Chromsäure, wornach die einschrumpfende Gefäßhaut die in der Achse des Rückenmarks gelegenen Gebilde zusammenpreßt und an den Schnittflächen austreibt.

Das diesen Canal auskleidende Epithelium ist nach Stilling Flimmer-, nach Lenhossek Cylinder-Epithelium. Nach Lenhossek ist zwischen dem Epithelium und der Ganglienfubstanz eine 0,05''' dicke Lage geradlinig verlaufender Bindegewebsfasern, welche sich ununterbrochen in die Gehirnhöhlen fortsetzt. Dagegen bemerkt Stilling, daß diese Fasern in der Umgebung des Centralcanals ein dichtes Filzwerk bilden, in welchem vorzugsweise horizontale, kreis- und radienförmig verlaufende und nur ausnahmsweise verticale Züge vorkommen. Zwischen diesen Fasern seien in allen Theilen des Rückenmarks Zellen enthalten, nicht bloß, wie Lenhossek glaubt, im Conus medullaris. Der Inhalt des Canals ist nach Stilling in der Regel Cerebrospinalflüssigkeit.

Die weiße Substanz des Rückenmarks, welche die graue an Masse weit überwiegt, wird durch die zwei oben genannten Längenspalten in zwei Hälften getheilt, so daß die hintere Spalte bis auf die graue Substanz eintritt und also hier die eine Hälfte der weißen Substanz von der andern trennt, während sie im Grunde der vordern Spalte durch ein dünnes Markplättchen zusammenhalten.

Lenhossek bestreitet die Existenz einer vordern und hintern weißen Commissur, jedoch nur insoferne, als die Fasern derselben eine Verbindung zwischen den weißen Strängen beider Rückenmarkshälften bewerkstelligen sollen. Nach seiner Ansicht ist der Grund der vordern und hintern Längenspalte durch die Ganglienfubstanz ausgekleidet; diese Ganglienfubstanz ziehe sich vom Conus medullaris bis zur Lendenanschwellung und von dieser bis zur Medulla oblongata vom Grunde der vordern Längenspalte nach beiderseits in zwei breit beginnende und scharf endigende Leisten aus, von denen jede einen Theil der Seitenwand überzieht. Die Ganglienfubstanz durchziehe ein System von Fasern, welches den centralen Zügen der vordern und hintern Spinalwurzeln angehöre, es stamme aus den der Mittellinie zunächst gelegenen Ganglienzellen und gehe vor und hinter dem Centralcanal in die Spinalnervenwurzeln der andern

Seite über, ohne übrigens mit der weißen Substanz des Rückenmarks in Beziehung zu stehen. Die Kreuzung der beiderseitigen Fasern, namentlich der sensiblen, findet unter so spitzen Winkeln statt, daß sie fast parallel transversal zu laufen scheinen.

Nach Stilling hängt die Farbenverschiedenheit der vordern Commissur von der Eigenthümlichkeit des Faserverlaufs ab; denn diese erscheine bei auffallendem Lichte ebenso rein weiß, wie die Substanz der weißen Stränge des Rückenmarks; bei durchfallendem Lichte erscheine sie auf Querschnitten durchsichtiger als die Substanz der weißen Stränge, weil der Querschnitt die Fasern der Commissur in Continuität, die der Seitenhälften im Durchschnitte zeige. Gegen Lenhossek behauptet er, daß in der vordern Commissur keine andern Elemente als Fasern vorkommen; diese Fasern sind theils dunkelrandige, theils feine Nervenfasern, theils aus der Pia mater einzeln und bündelweise eindringende Bindegewebsfasern. Die dunkelrandigen, von beiden Seiten hier einander kreuzenden Fasern hält er zum größten Theil für Fortsetzungen centraler Bahnen der vordern Spinalnervenwurzeln, zum Theil aber auch der weißen Vorderstränge.

Die Farbe der hintern Commissur ist nach Stilling je nach dem Vorherrschen der breiten oder der feinen Fasern und der Nervenzellen in verschiedenen Gegenden des Rückenmarks verschieden; ihr Flächeninhalt ist im untern Drittheil des Conus medullaris am größten, verringert sich gegen dessen Mitte, nimmt von da bis zum dritten Lendennerven wieder zu und im untern und mittlern Dorsaltheil wieder ab; im obern Dorsaltheil nimmt er bis zur Mitte der Cervicalanschwellung wieder zu und im obern Halstheil wieder ab.

In jeder der beiden Seitenhälften der weißen Substanz unterscheidet man drei Stränge, welche theils durch die beiden Spalten, theils durch die von der grauen Substanz kommenden und durch die weiße Substanz hindurchdringenden Nervenwurzeln so getrennt werden, daß jeder vordere Strang zwischen der vorderen Spalte und der Austrittsstelle der vordern Wurzeln liegt, die Seitenstränge zwischen den vordern und hintern Wurzeln und die hintern Stränge zwischen den hintern Wurzeln und der hintern Spalte, also zu jeder Seite der hintern Spalte.

Die weiße Substanz enthält fast nur Nervenfasern, wenig Bindegeweb und wenig Blutgefäße, und die Nervenfasern dieser Substanz

laufen alle der Länge nach, so daß die in der vordern und hintern Hälfte sich befindlichen querlaufenden Fasern nicht dieser Substanz angehören, sondern den vordern und hintern Nervenwurzeln, die, um zur grauen Substanz zu gelangen, durch die weiße hindurchdringen müssen. Die, nach Kölliker nur 0,0012—0,0048''' dicken Nervenfasern dieser Substanz haben sehr zarte Scheiden, liegen nahe aneinander und werden durch ein formloses Bindegeweb zusammengehalten. Die weiße Substanz enthält also keine querlaufenden, ihr angehörigen Nervenfasern, sondern nur longitudinale und keine Nervenzellen.

Den neuesten Untersuchungen von Bidder und Kupfer zufolge besteht die graue Substanz des Rückenmarks aus Bindegeweb, Blutgefäßen, welche beide von der Pia mater kommen, und Nervenzellen; sie enthält also keine ihr angehörigen Nervenfasern, wie man bisher so fälschlich glaubte, sondern nur Nervenzellen mit mehreren Fortsätzen, also auch keine apolaren, die weder hier noch anderswo vorkommen, und diese Nervenzellen und ihre Fortsätze sind also das einzige nervöse Element der grauen Substanz des Rückenmarks. Die hier vorkommenden Nervenzellen sind groß, besonders die, welche an den vordern Hörnern sich befinden, und kommen nur an den vordern und hintern Hörnern vor. Wie schon Wagner nachgewiesen, haben alle Rückenmarkszellen mehrere Fortsätze, so daß man ihre Zahl auf wenigstens vier annehmen kann, welche in verschiedenen Richtungen von der Zelle ausgehen und sich nicht verästeln. Neben diesen Zellen kommen aber nach Kölliker im menschlichen Rückenmark noch Zellen vor mit weit mehr Fortsätzen, die sich zum Theil wieder in feinere Fortsätze spalten. Alle diese Fortsätze dienen, wie wir unten sehen werden, theils zur Verbindung der Ganglienzellen mit den verschiedenen Rückenmarksnerven, theils zur Verbindung der Ganglien unter sich, und zwar nicht nur der Ganglien derselben Hälfte des Rückenmarks, sondern auch der der andern Seite, so daß also ein Theil dieser Ausläufer der Ganglienzellen Commissurenfasern bildet.

Die Längenfasern der weißen Substanz sind die mittelbaren oder unmittelbaren Fortsetzungen der in die graue Substanz eintretenden Nervenwurzelfasern und so die Leitungswege zwischen Gehirn und den peripherischen Nerven.

Nach Kölliker gehen alle Nervenfasern der vordern und hintern

Wurzeln durch die weiße Substanz in die graue, durch welch' letztere sie aber nur einfach hindurchtreten, um dann wieder als Longitudinalfasern in der weißen Substanz zur Medulla oblongata und zum Gehirn zu treten, eine Ansicht, nach welcher diese Fasern also mit den in der grauen Substanz befindlichen Ganglienzellen in keine Communication treten würden. Daß aber dieses nicht so ist, und daß die hintern und vordern Wurzeln des Rückenmarks in irgend einem Zusammenhang stehen müssen, beweist schon die Erscheinung der Reflexbewegung, und zudem hat schon früher Volkmann und im Jahre 1855 Bratsch und Roochner durch eine in Erlangen erschienene Preisschrift aus den Massenverhältnissen zwischen Rückenmark und den in dasselbe eintretenden peripherischen Nerven durch genaue Messungen bewiesen, daß das Rückenmark bei seinem Eintritt in die Medulla oblongata unmöglich alle peripherischen Nervenfasern enthalten könne, was Kölliker so hartnäckig bestritt und noch bestreitet, obgleich auch die Untersuchungen von Schilling, R. Wagner, Bidder und Schröder van der Kolk gegen Köllikers Ansicht auftreten.

Durch die Untersuchungen der letztgenannten Forscher ist es jetzt anatomisch nachgewiesen, daß alle Fasern der vordern Wurzeln in den großen Ganglienzellen der vordern Hörner der grauen Substanz enden, oder vielmehr ihren Anfang nehmen, in welche sie durch die Zellenfortsätze treten, und daß von jeder Zelle, in welche sich solche Wurzelfasern einmünden, ein weiterer Fortsatz entspringt, welcher ununterbrochen nach oben in die Längenfasern der weißen Substanz übergeht, die dann zum Gehirn gehen, und so die Verbindung zwischen der Ursprungsstelle der Fasern der vordern Wurzeln in den großen Ganglien des Markes und dem Gehirn herstellen, während von denselben Zellen wieder andere Fortsätze ausgehen, welche quer von einem Horn zum andern hinübergehen und so die Ganglienzellen der beiden Hälften miteinander verbinden.

Die von Kölliker behauptete Kreuzung der vordern Wurzelfasern des Rückenmarks scheint sich andern Beobachtungen zufolge nur darauf zu beschränken, daß die vordern Wurzeln beider Hälften des Rückenmarks durch Verbindungsfasern der Ganglienzellen zusammenhängen, während in den hintern Wurzelfasern wenigstens theilweise eine Kreuzung stattzuhaben scheint.

Alle Nervenfasern der vordern Wurzeln entspringen also, anatomisch nachgewiesen, aus den Ganglienzellen der vordern Hörner

der grauen Substanz, so daß keine direct zum Gehirn lauft, sie stehen aber durch die von denselben Zellen nach oben ausgehenden Längenfasern der weißen Substanz in mittelbarer Verbindung mit dem Gehirn.

Von den Nervenfasern der hintern Wurzeln geht ein Theil direct zum Gehirn, ohne sich mit den daselbst liegenden Ganglienzellen zu verbinden; ein anderer Theil dieser Fasern verbindet sich aber mit den Ganglienzellen der hintern Hörner, von welchen Zellen dann wieder Fasern die Verbindung mit dem Gehirn herstellen, während wieder andere Fasern, wie in den vordern Hörnern, zu den Zellen der andern Hälfte als Commissurenfasern hinübergehen. Ein weiterer Theil der Fasern der Ganglienzellen der hintern Hörner geht in der grauen Substanz direct zu den großen Ganglien der vordern Hörner, aus welchen die Fasern der motorischen Wurzeln und die vordern Commissurenfasern entspringen, und durch diese Fasern werden die Reflexbewegungen von den sensiblen auf motorische Fasern vermittelt, so daß also die hintern Wurzeln nicht nur Empfindungsfasern, sondern auch sogenannte Reflexfasern enthalten, welche zuerst in die an den hintern Hörnern liegenden Ganglienzellen treten und erst von diesen aus in die der vordern Hörner.

Nach Schröder van der Kolk enthalten die hintern Nervenwurzeln zwei Gruppen, von denen die einen der Empfindung, die andern der Reflexthätigkeit dienen. Die ersten gehen direct zum Gehirn und dringen nicht in die graue Masse ein; die Reflexfasern dagegen treten in die Hinterhörner und gehen in deren Gangliengruppen.

Der Umstand, daß es, wie weiter oben bemerkt wurde, dem Massenverhältnisse wegen unmöglich ist, daß alle in das Rückenmark eintretenden Nervenfasern auch zum Gehirn gehen, aber dennoch im Gehirn vertreten sein sollen, läßt sich nur allein dadurch erklären, daß mehrere in die Ganglienzellen des Rückenmarks eintretende Fasern zusammen nur durch Eine in der weißen Substanz zum Gehirn laufende Faser vertreten werden. Schröder schließt bezüglich der physiologischen Verhältnisse, daß die Bewegungsnerven, die aus den Gruppen unter einander verbundener Ganglienzellen entspringen, die Willenseindrücke durch die Vorderstränge und die in jene Gruppen übergehenden Strahlenfasern empfangen. Unser Willensbefehl wirkt daher auf eine größere Zahl von Bewegungsfasern und Muskelmassen, die von ihm abhängen. Die Vermittlungsfäden mit dem

Gehirn können in den Vordersträngen in sparsamerer Menge vorhanden sein, als in den sensiblen Hintersträngen, welche auf eine isolirtere Wirkung berechnet erscheinen. Die Reflexbewegungen kommen also nicht durch Ueberspringung der Leitung, sondern durch eigene Reflexnerven zu Stande, welche in die Ganglienzellen übergehen, die mit den Gangliengruppen der verschiedenen Bewegungsnerven zusammenhängen.

Neben den Nervenfasern und Ganglienzellen enthält, wie wir weiter oben gesehen, das Rückenmark auch Bindegeweb und Blutgefäße.

Die beinahe ganz aus Nervenfasern bestehende weiße Substanz des Rückenmarks enthält, weil die Nervenfasern dicht neben einander stehen, nur wenig Bindegeweb, ebenso enthält sie auch wenig Blutgefäße. In der grauen Substanz dagegen bildet gerade das Bindegeweb die Hauptmasse, was die neuern Untersuchungen von Bidder und Kupfer darthun, nach welchen dieselbe vorzugsweise aus zahlreichen Bindegewebskörperchen besteht, welche Ausläufer haben und durch diese unter einander verbunden sind. Dieses Bindegeweb der grauen Substanz besteht also nach Kupfer aus diesen Zellen oder Bindegewebskörperchen und Zellenfasern, welche mit einer gallertartigen Intercellularsubstanz ausgefüllt sind.

Die Pia mater bildet nach Kupfer dadurch das Skelet des Rückenmarks im eigentlichen Sinne, daß sie durch ihren blattartigen, die vordere Spalte ausfüllenden Fortsatz eine unzählige Menge von Bindegewebslamellen in das Rückenmark hineinschickt, welche sich zum Theil schon in der Spalte, zum Theil innerhalb des Rückenmarks kreuzen und so in der vordern Spalte und auf dem Grund ein verschobenes Viereck bilden. Ein Theil dieser Streifen, und zwar der größere, geht nach der Kreuzung mit denen der andern Seite zur Pia mater weiter, um sich mit ihr zu vereinigen, während der kleinere Theil sich in die vordern Stränge der weißen Substanz der andern Rückenmarkshälfte begibt und sich in das Bindegeweb verliert, welches die longitudinalen Nervenröhren der weißen Substanz zusammenhält. Andere, vom Grund der vordern Rückenmarksspalte ausgehende Streifen breiten sich dagegen in die graue Substanz aus, verästeln sich gleich Gefäßen, um sich in die hintere Hälfte der grauen Substanz zu verlieren.

Blutgefäße erhält das Rückenmark viele, aber nur kleine, welche

theils von der Schädelhöhle aus der Arteria vertebralis als Arteriae spinales anteriores und posteriores kommen und an der vordern und hintern Fläche des Rückenmarks in der Pia mater herablaufen, theils von außen an den heraustretenden Nerven durch die Foramina intervertebralia eindringen und aus den Artt. vertebrales, intercostales, lumbales und sacrales laterales stammen. Die durch vielfache Anastomosen ein wahres Netz um das Rückenmark bildenden Venen durchsetzen die Dura mater und ergießen sich in die Venenkränze und Rückgrathsgeflechte.

Bezüglich der chemischen Untersuchungen über Gehirn und Rückenmark ist nach Bibra die qualitative Zusammensetzung des Rückenmarks dieselbe wie die des Gehirns. In quantitativer Hinsicht ergab sich, daß das Rückenmark mehr Fett enthält als das Gehirn, daß dagegen die Menge der festen albuminösen Bestandtheile sowie die des Wassers vermindert ist. Die Fette des Gehirns sind qualitativ dieselben (Cerebrinsäure, Cholesterin und ein Gemenge von fetten Säuren), aber das Rückenmark enthält unbedingt mehr Cholesterin als das Hirn, ebenso enthält es weniger Phosphor als das Gehirn, vielleicht wegen des Cholesteringehalts, welches keinen Phosphor enthält, während die Cerebrinsäure phosphorhaltig ist. Das Rückenmark enthält ferner dieselben Salze wie das Gehirn, phosphorsaures Kali, Natron, Kali, Talkerde und Eisen.

Was die verschiedenen Functionen der Rückenmarksnerven betrifft, so hat uns bekanntlich schon Ch. Bell gezeigt, daß die vordern Nervenwurzeln motorische, die hintern nur sensible Nervenfasern enthalten, so daß alle zu den Muskeln des Körpers gehenden motorischen Fasern das Rückenmark durch die vordern Wurzeln verlassen, und alle von der Peripherie zum Rückenmark tretenden sensiblen Fasern ausschließlich durch die hintern Wurzeln in dasselbe eintreten. Motorisch nennt man bekanntlich diejenigen Fasern, die ihren Erregungsapparat in den Centralorganen haben, und ihre Function besteht, da sie von den Centralorganen zur Peripherie gehen, in centrifugaler Leitung, während die sensiblen Fasern, welche ihre Erregungsorgane in der Peripherie haben, in Beziehung auf Leitung die entgegengesetzte Richtung einschlagen und centripetal leiten.

Hinsichtlich des Baus dieser verschiedenen Nervenfasern sind, unter dem Mikroskop betrachtet, alle gleich, und zwischen motorischen und sensiblen Fasern könnte man höchstens den von Jacubowitsch

hervorgehobenen Unterschied ihrer centralen Endigungen im Rückenmark anführen, da, wie wir zum Theil schon gesehen, die Ganglienzellen der vordern Hörner, aus welchen die motorischen Fasern austreten, viel größer sind, als die Ganglienzellen der hintern Hörner, in welche, wenigstens theilweise, die sensiblen Fasern eintreten.

Nachdem es nun auf's Bestimmteste erwiesen, daß die motorischen Fasern aus den vordern Nervenwurzeln und die sensiblen durch die hintern zum Rückenmark gelangen, liegt zuerst die Frage am nächsten, in welchen Theilen des Rückenmarks erfolgt die Leitung der Function dieser beiden Arten von Fasern von und zum Gehirn? Die Beantwortung dieser Frage wird sich wohl am einfachsten aus dem anatomischen Verlaufe der betreffenden Fasern des Rückenmarks, verbunden mit denjenigen Versuchen an Thieren ergeben, deren Resultate diesem anatomischen Verlauf entsprechen. Wie wir gesehen, ist es anatomisch nachgewiesen, daß alle Nervenfasern der vordern Wurzeln, also alle motorischen, aus den Ganglienzellen der vordern Hörner treten und daß von einer solchen Ganglienzelle wieder ein Fortsatz ausgeht und in eine Faser übergeht, die als Längenfaser der weißen Substanz der vordern Stränge ununterbrochen zum Gehirn geht. Diesem anatomischen Verhalten gemäß entsprechen auch vollkommen die Versuche von Longet, welcher an Hunden das Rückenmark bloßlegte und dasselbe in der Gegend des letzten Rückenwirbels quer durchschnitt. Galvanisirte er die vordern Stränge des peripherischen Querdurchschnittes, so erfolgten heftige Muskelzuckungen der hintern Extremitäten, während auf Reizung der Vorderstränge des centralen Endes keine Muskelcontraction erfolgte, natürlich weil die Leitung zu den Muskeln durch den Schnitt unterbrochen war.

Nach Schröder van der Kolk hängen die Ganglienzellen, vorzüglich der vordern Hörner des Rückenmarks, durch Verbindungsfäden wechselseitig zusammen. Die Bewegungsnerven entspringen aus ihnen, und zwar vorzugsweise aus der Mitte der Theilung des Vorderhorns. Sie bilden ein oder zwei Bündel an dem Rande der grünen Masse, Faserbündel, die aus den zwischen den Longitudinalsträngen sich vertheilenden Strahlen kommen, mit Ganglienzellen am Rande des Vorderhorns zusammenhängen und längs des letztern verlaufen. Ihre Ganglienkugeln verbinden sich mit andern tiefern und werden durch diese mit denen der Bewegungsnerven vereinigt.

Von den Nervenfasern der hintern, sensiblen Wurzeln geht, wie

wir gesehen, ein Theil direct in den Longitudinalfasern der hintern Stränge zum Gehirn, ohne sich mit den in den Hinterhörnern liegenden Ganglien zu verbinden, während ein anderer Theil erst nach Verbindung mit den Ganglien, ähnlich wie bei den motorischen Fasern, von da aus einen Verbindungszweig in den hintern Strängen zum Gehirn schickt. Diesem ganz analog beobachtete auch Longet bei Reizung der Hinterstränge des centralen Endes des abgeschnittenen Rückenmarks Zeichen der heftigsten Schmerzen, bei Reizung der vordern und Seitenstränge aber weder Schmerz noch Muskelcontraction, ebenso bei Reizung der hintern Stränge des peripherischen Endes. Da nun diesen Versuchen das anatomische Verhalten der Rückenmarksfasern vollkommen entspricht, so kann man mit ziemlicher Gewißheit annehmen, daß die vordern Stränge des Rückenmarks die Bewegung, die hintern die Empfindung leiten. Um so auffallender sind deßwegen die Resultate der Untersuchungen von Schiff und Brown-Sequard in dieser Beziehung, nach welchen die Durchschneidung der beiden Hinterstränge oberhalb der Wurzel des **Plexus ischiadicus** die Sensibilität der hintern Extremitäten nicht nur nicht *aufhob*, sondern sogar noch erhöhte, und nach welchen die Reizung der Hinterstränge des durchschnittenen peripherischen Querschnittes heftige Schmerzensäußerungen hervorrief, ja weit heftigere als die Reizung derselben Fasern des centralen Querschnittes. Ebenso will Brown-Sequard nach Durchschneidung des ganzen Markes bis auf die Hinterstränge Verlust der Sensibilität der hintern Extremitäten beobachtet haben. Diese Resultate widersprechen, wie wir gesehen, dem anatomischen Verhalten der Rückenmarksfasern gänzlich, und man kann dieselben in der That nicht wohl anders erklären, als wie es Brown-Sequard selbst gethan, indem er annimmt, daß die sensiblen Fasern von den Hintersträngen zuerst rückwärts laufen, dann in die graue Substanz eintreten, hier umbiegen und so durch die graue Substanz zum Gehirn gehen, ohne die weiße mehr zu berühren; sie glauben also, daß die graue Substanz die sensiblen Eindrücke zum Gehirn leite, während sie gerade diese selbst für unempfindlich halten.

Bei aller Achtung vor diesen Forschern kann man übrigens schon deßwegen Zweifel in die Richtigkeit dieser Resultate setzen, weil ein Rückwärtslaufen der sensiblen Fasern und eine Umbiegung derselben in der grauen Substanz anatomisch gar nicht, sondern gerade das

Gegentheil nachgewiesen ist, daß nämlich diese Fasern, nachdem sie in's Rückenmark eingetreten, entweder direct zum Gehirn gehen, und zwar in den hintern Strängen oder zuerst in die in den hintern Hörnern liegenden Ganglien treten und von diesen Ganglien aus Leitungsfasern zum Gehirn schicken. So lange also dieser anatomische Nachweis fehlt, kann man solchen Versuchen keinen Glauben schenken, sie mögen herstammen von wem sie wollen. Warum sollten auch die in's Rückenmark eintretenden sensiblen Fasern, welchen der gerade Weg sowohl zu den Ganglienzellen der hintern Hörner, als zum Gehirn offen steht, zuerst rückwärts laufen und erst in der grauen Substanz sich umbiegen?

Bekanntlich haben pathologische Zustände und ganz besonders apoplektische Blutextravasate im Gehirn zur Genüge den Beweis geliefert, daß je nach dem Sitz der Extravasate Lähmung und Gefühllosigkeit auf der einen Körperhälfte, aber immer auf der dem Sitz des Extravasates entgegengesetzten, erfolgt, woraus man unter allen Umständen auf eine Kreuzung der Nervenfasern schließen muß, so daß keine Nervenfaser im Gehirn auf derselben Seite endet, in welcher sie in die vordern oder hintern Wurzeln des Rückenmarks getreten ist. Bei der Frage nach der Art dieser Kreuzung sind wir von anatomischen Nachweisen so ziemlich verlassen, da wir in dieser Beziehung nur wissen, daß in der Medulla oblongata eine wirkliche Kreuzung der Seitenstränge des Rückenmarks stattfindet, sowie eine theilweise Kreuzung im Rückenmark selbst durch die Commissurenfasern. Aus diesen anatomischen Verhältnissen erhellt nur eine Kreuzung der Fasern in der Medulla oblongata, aber nicht eine solche vollständige im Rückenmark selbst, da auch die Commissurenkreuzung nur eine theilweise ist und hiezu nur die geringste Anzahl von Fasern in Anspruch genommen wird, aus welchem Grunde wir bei Schlüssen in dieser Beziehung lediglich auf die durch Versuch gewonnenen Resultate und auf pathologische Fälle angewiesen sind.

Versuche durch Einschneiden einer Seite des Rückenmarks wurden im Allgemeinen in dieser Beziehung von verschiedenen Forschern, wie R. Wagner, Volkmann, Kölliker, Eigenbrod und Brown-Sequard gemacht, wobei zwar die gewonnenen Resultate nicht ganz, aber im Allgemeinen doch so übereinstimmten, daß wir annehmen können, daß die sensiblen Fasern sich innerhalb des Rückenmarks, die motorischen dagegen erst in der Medulla oblongata kreuzen, weil

bei vollständiger Durchschneidung der einen Rückenmarkshälfte unter der Medulla oblongata die Sensibilität der gegenüberliegenden Seite entweder sehr vermindert oder gänzlich aufgehoben wird, während sich die motorische Lähmung auf der Seite des Schnittes zeigte.

Nach Brown durchkreuzen sich die Mehrzahl der leitenden Elemente im ganzen Rückenmark, indem sich die einen von der rechten Seite zur linken begeben und umgekehrt. Erweichungen, die sich an einer Stelle einer Seitenhälfte der cerebrospinalen Nervencentren ausbilden, werden daher Lähmung in der entgegengesetzten erzeugen. Namentlich durchkreuzen sich die Empfindungsfasern schon im Rückenmark, und zwar scheinen einige kurz nach ihrem Eintritt in das Rückenmark, andere erst in einiger Entfernung hinter der Eintrittsstelle nach der andern Seite hinüberzugehen. Durchschneidet man nämlich bei Säugethieren die eine Hälfte des Rückenmarks in der Höhe des zehnten Brustwirbels, so nimmt nach Brown die Sensibilität des entgegengesetzten Hinterbeins ab oder schwindet ganz, während der entsprechende Hinterfuß hyperästhetisch erscheint.

Hat man die eine Hälfte des Rückenmarks an der Austrittsstelle der Wurzeln des zweiten Nervenpaares bei einem Thiere durchschnitten, so ist die Empfindlichkeit des Ohrnervens an der verletzten Seite erhöht, an der entgegengesetzten aber erniedrigt. Halbe Querschnitte des verlängerten Markes zeigen dieselben Resultate. Auch citirt Brown eine Reihe von Krankheitsgeschichten, welche die Kreuzung der sensiblen Fasern im Rückenmark auch für den Menschen bestätigen.

Brown sucht ferner durch Experimente zu zeigen, daß sich die sensiblen Fasern in den Corpor. restiform. nicht kreuzen und überhaupt nicht durch diese Gebilde treten. Hat man nämlich die hintern Stränge in der Höhe der Spitze der Schreibfeder quer durchschnitten, so sind die strickförmigen Körper vollkommen unempfindlich geworden, das Thier selbst aber hat nicht nur seine Empfindlichkeit nicht eingebüßt, sondern leidet im Gegentheil an Hyperästhesie. Die Unterfläche des Schnittes, die hinter der Verletzungsstelle liegenden Stücke der Hinterstränge und die hintern Nervenwurzeln sind empfindlicher als gewöhnlich. Diese Versuche wurden an verschiedenen Thieren mit demselben Erfolge gemacht, und daraus schließt Brown, daß die gewöhnlich so große Empfindlichkeit der Corpora restiformia von Fasern abhängt, die von ihnen nach den Hintersträngen, und nicht

umgekehrt verlaufen. Die strickförmigen Körper bilden weder die Durchgangswege noch die Kreuzungsorte der sensiblen Fasern, die zum Gehirn emporsteigen.

Bei pathologischen Affectionen in oder über der **Medulla oblongata** erscheint die motorische Lähmung immer auf der entgegengesetzten Seite, so daß wir, sowohl nach den verschiedenen Versuchen an Thieren, als auch nach den verschiedenen pathologischen Fällen auf eine Kreuzung der motorischen Fasern des Rückenmarks in der **Medulla oblongata**, sowie eine solche der sensiblen Fasern im Rückenmark selbst schließen müssen; obwohl diese letztere anatomisch nicht nachgewiesen ist, so läßt doch der Umstand, daß alle Versuche hierüber und alle hier einschlagenden pathologischen Fälle in dieser Beziehung übereinstimmen, mit großer Wahrscheinlichkeit auf die Richtigkeit dieser Ansicht schließen.

Die von einem bestimmten Theile der Mittellinie beider Seiten des Gehirns kommenden motorischen Fasern, durch welche der Wille die Muskelbewegung vermittelt, steigen auf derselben Seite, auf welcher sie entspringen, zur **Medulla oblongata** herab, kreuzen sich hier und gehen nach der Kreuzung durch die vordern und theilweise auch durch die Seitenstränge der weißen Substanz in die Ganglienzellen der Vorderhörner, und von diesen aus quer durch die weiße Substanz laufen dann die eigentlichen motorischen Fasern der vordern Wurzeln der Spinalnerven zur Peripherie.

Den Beweis dafür, daß das Rückenmark ein mehr oder weniger selbstständiges Centralorgan ist, liefern die sogenannten Reflexbewegungen, da bekanntlich ohne allen Willenseinfluß durch Uebertragung der Erregung einer sensiblen Faser auf eine motorische, und zwar innerhalb des Rückenmarks, Bewegungen entstehen können. Daß diese Uebertragung vom Gehirn ganz unabhängig ist, beweist die Thatsache, daß in dem vom Gehirn getrennten Rückenmark ebenso leicht, ja noch leichter, reflectorische Bewegungen hervorgerufen werden können, weil bei enthaupteten Thieren alle Reflexerscheinungen leichter und kräftiger vor sich gehen, als bei solchen, wo Mark und Gehirn noch mit einander verbunden sind, und zwar aus dem Grunde, weil hier der Willenseinfluß, welcher, wie wir weiter unten sehen werden, hemmend auf die Reflexbewegungen zu wirken im Stande ist, vernichtet ist. Dasselbe gilt auch vom Gehirn; sogar eine Spaltung des Rückenmarks der Länge nach hebt die reflectorische Thätigkeit desselben nicht auf.

Pflüger hat für die Reflexbewegung folgende Gesetze aufgestellt: 1) Die Uebertragung der Erregung eines sensiblen Nerven auf einen motorischen erfolgt bei solchen Nerven, deren Wurzeln beinahe auf gleichem Niveau im Centralorgane liegen. 2) Entsteht eine Reflexbewegung in motorischen Fasern, die von der Höhe der gereizten sensiblen Faser etwas weiter entfernt sind, so sind diese motorischen Fasern immer solche, die aus der **Medulla oblongata** entspringen. 3) Die Reflexbewegung erfolgt immer auf der Seite, wenn sie überhaupt einseitig erfolgt, auf welcher der gereizte sensible Nerv liegt. 4) Die auf den Nervenstamm eines sensiblen Nerven angebrachten Reize bringen nicht so leicht Reflexionserscheinungen hervor, als diejenigen Reize, welche das peripherische Ende des Nerven treffen.

Bekanntlich besitzen nicht alle sensible Fasern das Vermögen, ihre Reize auf motorische überzutragen, in gleichem Grade, und unter diejenigen, welche dieses Vermögen vorzugsweise besitzen, gehören die Nerven der Fußsohle, der Achselhöhle, der Schleimhaut der Nase und des Kehlkopfs; überhaupt sind die Nerven der äußern Haut und die der Schleimhäute besonders hiezu geeignet. Auf die Hervorrufung solcher Reflexerscheinungen bei Erregung der genannten Stellen ist übrigens die Art der Erregung sehr entscheidend; so erregt z. B. ein Druck auf die Haut der Fußsohle und der Achselhöhle keinen Kitzel, während ein leises Berühren denselben im heftigsten Grade erregt. Gerade beim Kitzel tritt der störende Einfluß des Willens auf Reflexerscheinungen am auffallendsten hervor; jeder Laie weiß nämlich, daß bei einem mit einer kräftigen, energischen Willenskraft begabten Menschen keine, auch noch so anhaltende Reizung der Fußsohlen oder der Achselhöhlen im Stande ist, die sonst gewöhnlichen Folgen des Kitzelns hervorzurufen.

Wenn nun aber die Erregung einer sensiblen Faser innerhalb des Rückenmarks oder des Gehirns zum Zweck der Reflexbewegung auf eine motorische übertragen werden soll, so muß auch im Rückenmark zwischen den Fasern der hintern und vordern Wurzeln eine Verbindung stattfinden, und die Verbindung dieser beiden Arten von Fasern kommt, wie wir zum Theil schon gesehen, in der grauen Substanz des Rückenmarks zu Stande, und zwar dadurch, daß von den multipolaren Ganglienzellen der hintern Hörner, in welche die sensiblen Fasern wenigstens theilweise eintreten, Commissurenfasern zu den Bewegungsganglien der vordern Hörner hinübergehen und

also außer diesen Commissurenfasern der Inhalt der Ganglienzellen die leitende Verbindung vermittelt. Da aber die Ganglienzellen der vordern Hörner durch Anastomosen in Verbindung stehen, so ist dadurch die Uebertragung der Erregung einer sensiblen Faser auf eine ganze Reihe von motorischen denkbar, wie wir dieses z. B. bei den bekanntesten Reflexionserscheinungen, nämlich beim Nießen und Husten beobachten können, und zwar auf eine einfache Reizung der Schleimhaut der Nase und des Kehlkopfs, wo die oft sehr beschränkte Erregung einer Faser dieser Schleimhäute Erregung einer großen Zahl motorischer Fasern, die zu den Respirationsmuskeln gehen, hervorruft. Ja, die Uebertragung einer solchen Erregung ist sogar auf alle motorischen Fasern des Rückenmarks möglich, da sich eine Verbindung aller Ganglienzellen der vordern Hörner des ganzen Rückenmarks anatomisch nachweisen läßt, und eine solche Uebertragung auch wirklich im sogenannten Starrkrampf erfolgt.

Nach Schröder van der Kolk enthalten die hintern Nervenwurzeln zwei Gruppen von Fasern, von denen die einen der Empfindung, die andern der Reflexionsthätigkeit dienen. Die erstern gehen nach ihm direct zum Gehirn und dringen nicht in die graue Substanz ein, die Reflexfasern dagegen gehen in die Hinterhörner und treten in deren Gangliengruppen ein. Es ist übrigens nicht wohl denkbar, daß es sensible Fasern gebe, welche ausschließlich dazu bestimmt sind, Reflexerscheinungen hervorzurufen und von der Peripherie ausgehen, weil auf der einen Seite solche an der Peripherie anatomisch gar nicht nachgewiesen sind, auf der andern Seite eine Verbindung der Fasern der hintern Wurzeln im Mark mit denen der vordern Thatsache ist, so daß es scheint, daß nur die von den Ganglienzellen der Hinterhörner zu denen der Vorderhörner hinübergehenden Commissurenfasern Reflexfasern sind, und also die ursprüngliche Leitung des an der Peripherie angebrachten Reizes durch die gewöhnlichen sensiblen Fasern erfolgt, nämlich durch diejenigen davon, welche im Rückenmark nicht direct zum Gehirn, sondern zuerst in die Ganglienzellen der hintern Hörner gehen. Nun ist aber bei dieser Annahme, daß keine besondern Reflexfasern von der Peripherie ausgehen, sondern die hier angebrachten und Reflexerscheinungen hervorrufenden Reize durch die gewöhnlichen sensiblen Fasern weiter geleitet werden, der Umstand geradezu unerklärlich, daß nicht alle, sondern nur gewisse und an gewissen Orten an der Peripherie ange-

brachten Reize solche Reflexerscheinungen hervorrufen, so daß wir trotz Allem immer wieder auf die von Schröder ausgesprochene Ansicht zurückkommen, daß die in die Ganglien der Hinterhörner eintretenden sensiblen Fasern Reflexfasern im eigentlichen Sinne sind, wenigstens eine gewisse Anzahl davon, und daß diese als solche schon von der Peripherie ausgehen.

Wie jeder Laie aus Erfahrung weiß, sind wir im Stande, durch kräftigen Willen Nießen und Husten, trotz der Reizung der betreffenden Schleimhäute, auf einige Zeit aufzuschieben oder ganz zu verhindern, so daß man also annehmen muß, daß, wie wir zum Theil schon weiter oben gesehen, der Wille im Stande ist, hemmend auf die Reflexerscheinungen zu wirken, was wir nur dadurch erklären können, daß der vom Gehirn durch den Willen erregte Reiz auf die Ganglienzellen der vordern grauen Substanz einwirkt, durch welche die übertragene Erregung hindurch muß, um Reflexerscheinungen hervorzurufen. Ueberhaupt scheint sowohl die Intensität als die Ausdehnung der Reflexerscheinungen von dem Zustande der vordern Ganglienzellen abzuhängen, denn, abgesehen von dem Einfluß des Willens hierauf, wissen wir, daß durch gewisse Mittel, wie namentlich durch Strychnin, welches mit dem Blute diesen Ganglienzellen zugeführt wird, die Empfänglichkeit für diese Erscheinung und deren Ausdehnung auf eine solche Weise gesteigert wird, daß die geringsten peripherisch angebrachten Reize oft Erschütterung des ganzen Körpers hervorrufen.

Was die sogenannten Mitempfindungen und Mitbewegungen betrifft, so gehören diese eigentlich nicht zu den Reflexionserscheinungen, und nach Funke läßt sich eine Mitempfindung nur dadurch erklären, daß die durch eine sensible Faser in die Ganglienzelle gebrachte Erregung durch Anastomosen dieser Ganglienzellen von da aus auch andern Empfindungsapparaten zugeführt wird, während nach ihm eine Mitbewegung nie durch Uebertragung von einer motorischen Faser auf eine andere erfolgen kann, sondern nur durch die gleichzeitige Erregung mehrerer Fasern.

Wie das Gehirn, so ist auch das Rückenmark in drei ineinander liegende Hüllen eingeschlossen, welche dieselbe Structur haben, wie die Gehirnhäute und auch die unmittelbaren Fortsetzungen derselben sind. Die äußerste davon, die Dura mater, bildet um das Rückenmark einen lockern länglichen Sack, geht am Hinterhauptloche von

der harten Hirnhaut aus, erweitert sich von oben nach unten ziemlich und endet in der Gegend des zweiten oder dritten Kreuzbeinwirbels mit einer stumpfen, an die Wirbelsäule und die **Ligamenta sacro-coccygea postica** angehefteten Spitze. Das Rückenmark füllt diesen nur ganz locker um dasselbe gelegenen Sack nicht ganz aus, so daß zwischen ihm und der mit einem besondern Periosteum überzogenen Wand des Rückgrathcanals ein solcher Zwischenraum bleibt, daß das Rückenmark bei den verschiedenen Bewegungen des Rückgrathes nicht gedrückt werden kann. An dem hintern Zwischenraum, zwischen der **Dura mater** und der innern Fläche der Wirbelbogen, ist ein gallertartiges, gelblichrothes Fett angehäuft, besonders an den untern Hals- und Lendenwirbeln, weil hier die Beweglichkeit des Rückgrathes am größten ist, während der vordere Zwischenraum mit lockerem Zellgeweb angefüllt ist. Die **Dura mater** bildet auch Scheiden um die Spinalnerven während ihres Durchganges durch die **Foramina intervertebralia**, die sich außerhalb des Canals in die Nervenscheiden verlieren.

Die zweite Haut des Rückenmarkes, die **Arachnoidea**, Spinnwebehaut, eine Fortsetzung der **Arachnoidea** des Gehirns, bildet mit ihren zwei Blättern, aus denen sie besteht, einen geschlossenen Raum, in welchem sich die bekannte Cerebrospinal-Flüssigkeit befindet. Das innere Blatt der Spinnwebehaut ist an die **Pia mater**, das äußere an die **Dura mater** geheftet.

Die Gefäßhaut oder die weiße Rückenmarkshaut, **Pia mater**, welche das Rückenmark genau umgibt und sich fest um dasselbe anlegt, dringt mit einer dickern vordern und einer dünnern hintern Verlängerung in die vordere und hintere Rückenmarksspalte ein. Diese Haut bildet, wie wir oben gesehen, das Skelet des Rückenmarks, indem sie aus ihrer vordern, in der vordern Spalte liegenden Verlängerung eine Menge von Bindegewebslamellen in das Rückenmark hineinschickt und mit diesen auch Gefäße.

Bezüglich der Verbreitung der Spinalnerven wissen wir, daß das Rückenmark alle willkürlich beweglichen Muskeln des Rumpfes und der Extremitäten mit motorischen Fasern versorgt, wie auch diese Muskeln sowie die ganze Haut mit sensiblen. Alle Nerven einer Körperhälfte entspringen von der entsprechenden Hälfte des Rückenmarks, wobei aber die Nerven solcher Muskelgruppen, welche durch ihre Function verbunden sind, alle aus gewissen Theilen des Rücken-

marks, also nicht entfernt von einander entspringen; so kommen z. B. die motorischen Nerven der obern und untern Extremitäten von bestimmten Theilen des Rückenmarks, ebenso die Nerven der Respirationsmuskeln.

Auch einige unwillkürlich bewegliche Muskeln erhalten motorische Fasern vom Rückenmark, wie manche Muskeln der Eingeweide und besonders die weiblichen Brüste. Nach Eckhard wird die Haut der weiblichen Brüste versorgt von den Zweigen der Nervi cutanei thoracis ant. und den Cutan. thoracis lateral. des 2.—6. Intercostalnerven. Der Nervus supraclavicularis int. reicht nicht bis zur Gegend der Drüse herab, der zweite Cutaneus lateralis nicht immer, dann ist aber der dritte stärker entwickelt. Fast alle Nerven schicken dünnere und dickere Fäden zur Brustwarze. In die Substanz der Drüse dringen Aeste von den Ramis thorac. lateral. des 4.—6. Intercostalnerven, bald aus einem, bald aus zweien, bald aus allen, sie treten an der planen Fläche der Drüse in der Nähe des Randes ein, verästeln sich aber erst in der Nähe der Milchgänge und folgen dann den Aesten derselben. Die Drüsenäste des sechsten Intercostalnerven machen insoferne eine Ausnahme, als sie von unten auf an der convexen Fläche der Mamma verlaufen und sich erst in der Nähe der Warze in die Drüse begeben. Einige sehr feine Fädchen, von Rückenmarksnerven stammend, begleiten die Arterienäste eine Strecke weit, verschwinden aber bald in der Wand der letztern. Die Primitivfasern der Drüsenäste sind meist dicke oder mitteldicke; eine jungfräuliche Mamma zeigte Primitivfasern von 0,0012—0,0093''' Durchmesser.

Da nach Pflüger, wie wir später sehen werden, Tetanisirung der vordern Rückenmarkswurzeln eine Verengerung der Arterien des Mesenteriums und der Schwimmhaut des Frosches bewirkt, so müssen vom Rückenmark auch motorische Fasern von den vordern Wurzeln zu den organischen Muskeln der mittlern Haut der Arterien gehen, ebenso erhält der Uterus, die Muskeln der Gedärme, die Harnblase, der Harnleiter und der Samenleiter motorische Fasern vom Rückenmark, weil auf Reizung des Rückenmarks Bewegungen in diesen Theilen eintreten, daher auf krankhafte Affection des untern Theils des Rückenmarks so häufig sich Pollutionen einstellen und wohl auch Lähmung der Blasenmuskeln. So ist der Sphincter ani nicht immer vollständig contrahirt, sondern contrahirt sich erst auf reflec-

torischem Wege und zugleich mit Unterstützung des Willens, wenn er durch Ausdehnung von Fäces und Gas gereizt wird. Diese Contraction können wir aber nur eine beschränkte Zeit unterhalten, der ermüdete Muskel gibt endlich dem Drange nach oder der Willenseinfluß hemmt die weitere Reflexcontraction und wir lassen ihn erschlaffen.

Verhalten der Nervenfasern und ihre physiologische Function.

Nachdem wir in dem Bisherigen die histologischen Elemente der Nerven, den Verlauf ihrer Nervenfasern, ihre peripherischen und centralen Endigungen, ihre chemische Constitution und deren Haupt-Centralorgane, nämlich Gehirn und Rückenmark, einer speciellen Betrachtung unterworfen, ist es zum Zweck der gehörigen Auffassung ihrer Functionen im Allgemeinen vor Allem nothwendig, über ihre electrischen Eigenschaften, ihre Erregbarkeit, ihr Verhalten auf die verschiedenen Reize und ihre Leitung das Nöthige zu erörtern.

Der Nerv ist nicht nur in seinem normalen Verhältnisse im lebenden unversehrten Thierkörper erregbar, sondern behält seine Erregbarkeit noch einige Zeit im todten Körper, selbst der ausgeschnittene Nerv bleibt noch einige Zeit im erregbaren Zustande, wenn auch seine Erregbarkeit immer mehr abnimmt. Uebrigens kann er auch im lebenden Körper unter gewissen Bedingungen, z. B. durch Trennung von den Centralorganen, seine Erregbarkeit verlieren. Die oberste Bedingung der Erregbarkeit einer Nervenfaser ist das Flüssigbleiben ihres Inhalts, welcher, wie wir wissen, im gesunden Nerven eine homogene Flüssigkeit darstellt, und die Erregbarkeit hört daher auf, sobald im Nerven eines todten Körpers oder in dem vom lebenden Körper getrennten Nerven jener bekannte Achsencylinder als Zersetzungsprodukt auftritt, oder eigentlich schon etwas früher, wenn nämlich der halbflüssige, helle Inhalt anfängt sich zu trüben und fester zu werden.

Der nicht mehr erregbare Nerv ist todt, und diesen Zustand müssen wir genau kennen lernen, um zu erfahren, durch welche

Merkmale er sich vom lebenden Nerven unterscheidet, sowie wir auch am lebenden Nerven den Zustand der Ruhe und den der Wirkung genau kennen lernen müssen.

Den wichtigsten Fortschritt über das electrische Verhalten der Nerven verdanken wir in der neuesten Zeit der Arbeit du Bois Reymond, indem er uns zunächst gezeigt, daß ein eigenthümliches electrisches Verhalten eine constante Eigenschaft des erregbaren, ruhenden Nerven sei. Dieses electrische Verhalten wird bei jeder Erregung wesentlich verändert, und beide, die Erregbarkeit und der electrische Nervenstrom, nehmen gleichzeitig zu oder ab, oder erlöschen mit einander.

Es fragt sich nun, ob die im Nerven wirksamen electrischen Kräfte die nächste Ursache der Thätigkeitsäußerung des Nerven sind und ob die durch Einwirkung äußerer Reize auf irgend eine Weise veränderte Anordnung der electrischen Molecule der Nerven, die sich in dem veränderten electrischen Verhalten des erregten Nerven ausspricht, den Erregungszustand bedingen? Das electrische Verhalten der Nerven scheint auch wirklich das bedingende Moment für das physiologische zu sein.

Die ungeheure Schnelligkeit, mit welcher das in den Nerven wirkende Princip dieselben durcheilt, während im Nerven selbst während der Leitung durchaus keine Veränderung wahrzunehmen ist, brachte zunächst auf den Gedanken, daß jenes Princip ein electrisches Fluidum sei, und der Nerv selbst nur der leitende Draht; der Umstand aber, daß ein durchschnittener und mit der Schnittfläche wieder vereinigter, sowie ein unterbundener Nerv das Nervenfluidum nicht mehr leitet, spricht offenbar dagegen.

Mit Funke müssen wir annehmen, daß jedes Stück irgend eines Nerven, so lange sich nämlich der Nerv im leitungsfähigen Zustande befindet, electromotorische Eigenschaften zeigt, daß diese electrischen Ströme in ihm selbst erzeugt werden, und daß die Quelle dieser electrischen Ströme unendlich kleine, bewegliche electromotorische Molecule sind; dieses sind also die Stromerzeuger, und jedes Nervenstück besteht aus einer Unzahl solcher Molecule, und die von einem oder zweien solcher Molecule erzeugten Einzelströmchen combiniren sich nach Funke in jedem einzelnen Nervenstückchen zu einem, durch den Multiplicator nachweisbaren Gesammtstrom. Da man einen Nerven in noch so kleine Stücke theilen kann und jeder einzelne

Theil dieselben Ströme zeigt, so müssen wir electromotorische Molecule im Nerven annehmen, d. h. unendlich kleine positive und negative Theilchen von bestimmter Anordnung im Nerven, die in regelmäßiger Reihenfolge wiederkehren, und diese electrische Gegensätze zeigenden Formelemente müssen also beweglich sein, da sie in jedem Augenblicke ihre Lage verändern können.

Den Beweis für die Annahme electromotorischer Molecule sucht Funke namentlich darin, daß Richtung und Verhalten dieses, an der Multiplicatornadel zur Erscheinung kommenden Stromes in jedem Nervenstückchen, es mag lang oder kurz, dick oder dünn sein, einem motorischen oder einem sensiblen Nerven angehören, unter denselben Umständen genau dieselben sind, woraus zur Genüge hervorgeht, daß die electrischen Gegensätze an Moleculen, und nicht an gröbern anatomischen Gewebselementen, wie Scheide, Inhalt u. dgl. haften. Gehirn und Rückenmark verhalten sich in dieser Beziehung gerade so wie die peripherischen Nervenstämme, und ebenso verhalten sich nach den Versuchen von du Bois an den vordern und hintern Rückenmarksnerven motorische und sensible Fasern ganz gleich in dieser Beziehung. Nur die Intensität des Stromes wird durch die Dicke und Länge des Nerven bestimmt, indem ein längeres und dickeres Nervenstück einen intensivern Strom zeigt, als ein kürzeres und dünneres, aus welchem Grunde der Strom des Rückenmarkes stärker ist, als der eines peripherischen Nervenstammes. Daß diese größere Intensität des Stromes nur von einer größeren Anzahl von Moleculen in dickern und längern Nerven und nicht von einer größern electromotorischen Kraft einzelner Molecule herrührt, geht schon daraus hervor, daß verschiedene starke Stücke eines und desselben Nervenstammes dieselbe Erscheinung zeigen.

Du Bois hat die Existenz electromotorischer Molecule im Nerven dargethan und zugleich aus dem Verhalten des Stromes gezeigt, daß diese electromotorischen Molecule, welche von einer unwirksamen leitenden Schicht umgeben sind, ihre positive Seite nach der Oberfläche, ihre negativen Seiten aber nach dem Querschnitte zuwenden, da jedes dieser electromotorischen Elemente nach du Bois in der Mitte eine positive, an beiden Seiten aber zwei negative Zonen, also einen positiv-peripolaren Bau hat, welche im ruhenden, leitungsfähigen Nerven so geordnet sind, daß jedes seine mittlere positive oder Aequatorialzone nach der Oberfläche des Nerven, also nach

dem Längenschnitt, seine beiden negativen Zonen aber nach den beiden Querschnitten zukehrt. So also im ruhenden, leitungsfähigen Nerven, anders aber verhält sich dieses bei Bewegungserscheinungen des Nervenstroms.

Bei diesen Bewegungserscheinungen des Nervenstromes nämlich sieht man, daß ein solches peripolares Element sich in zwei dipolare umsetzen kann, welche sich ihre entgegengesetzten Pole zukehren, so daß man nach Funke annehmen kann, daß jedes peripolare Element eine Combination von zwei dipolaren Moleculen ist, welche einander ihre gleichnamigen positiven Pole zukehren und hiedurch peripolar geordnet sind.

In jedem solchen electromotorischen peripolaren Elemente gehen die Ströme von der positiven Aequatorialzone nach den negativen Polarzonen, wobei nach Funke diese einzelnen Ströme durch die ganze leitende feuchte Masse des Nerven geschlossen sind, so daß der Nerv sich stets im Zustande der geschlossenen Kette befindet, welcher von diesen Molecularströmchen durchzogen wird. Wird nun dieser Nerv an zwei Enden mit einer leitenden Substanz in Berührung gebracht, so daß ein leitender Bogen entsteht, so muß sich natürlicherweise die Strömung auch auf diese erstrecken. Dieser Bogen bildet für den Nerven und umgekehrt, den einzelnen Molecularströmchen gegenüber, eine Nebenschließung, so daß jede solche von dem Nerven genommene Strömung eine abgeleitete und deßwegen so schwach ist, daß, wenn man als solchen leitenden Bogen den Multiplicatordraht nimmt, man nach Funke einen sehr empfindlichen Multiplicator nöthig hat, in welchem wenigstens eine 12,000fache Drahtwindung die Wirkung auf die Nadel verstärkt, um jenen abgeleiteten Strom an der Nadel zur Erscheinung zu bringen, woraus Funke mit Recht schließt, daß dieser an der Nadel zur Erscheinung kommende Strom die wirkliche Existenz einer electrischen Strömung in dem Nerven zwar beweist, über die Stärke der Molecularströmung uns aber durchaus keinen Aufschluß gibt, da die an der Magnetnadel zur Erscheinung kommende Strömung nur ein abgeleiteter Stromarm ist, und daher so schwach, daß wenn die Ströme, welche unmittelbar durch die electrischen Molecule im Nerven selbst erzeugt werden, nicht stärker wären, von einer auch nur etwas erheblichen Stromwirkung in dem Nerven selbst keine Rede sein könnte; diese ist aber nach du Bois so stark, daß sie aller nur möglichen Stro-

meswirkungen fähig ist, also muß sie eine Stromkraft von großer Stärke sein.

Wie wir bereits schon oben bemerkt, ist sowohl die Fähigkeit der Nerven, von Reizen erregt zu werden, als auch der Nervenstrom nur durch eine ganz normale Beschaffenheit des Nervenröhren-Inhalts bedingt, und sobald die Erscheinungen der Zersetzung des Inhalts, die, wie wir früher gesehen haben, in einer Trennung in Achsencylinder und Markscheide und Ausscheidung von Fett in letzterer bestehen, eintreten, erlischt sowohl der Nervenstrom als die Leitungsfähigkeit so ziemlich gleichzeitig, da der erstere noch etwas länger dauert, als der letztere. Dieses Absterben der Leitungsfähigkeit und des Nervenstromes wird übrigens nicht nur durch eine spontane Zersetzung, sondern auch durch eine künstliche herbeigeführt, denn Alcalien, welche die Fette verseifen, und eine Hitze, welche die Albuminate zum Coaguliren bringt, sowie Alcohol und Säuren vernichten ebenfalls den Nervenstrom, so daß also diese beiden Eigenschaften der Nerven auf einer vollständigen Integrität der chemischen Constitution des Inhalts der Nervenröhren beruhen, welche während des Lebens durch den Proceß der Ernährung erhalten wird.

Die von mehreren Beobachtern constatirte Thatsache, daß der Nervenstrom, namentlich bei Nerven von warmblütigen Thieren und ganz besonders an zarten Nerventheilen, wie Gehirn und Rückenmark, sehr oft unmittelbar vor seinem gänzlichen Erlöschen seine Richtung so verändert, daß die Magnetnadel durch den Nullpunkt in den entgegengesetzten Quadranten zurückgelenkt wird, ist nach Funke dadurch zu erklären, daß die vorher positiv peripolaren Elemente negativ polar werden, also sich die beiden Molecule so wenden, daß sie einander ihre negativen Pole zukehren, so daß ein solches negativ peripolares Element zwei positive Polarzonen und eine negative Aequatorialzone zeigt.

Da, wie wir oben gesehen, die vollständige Integrität der chemischen Constitution des Nervenröhren-Inhaltes die einzige Bedingung der Thätigkeit der Nerven überhaupt im Leben, nur durch den Ernährungsproceß erhalten wird, und die Lebenserscheinungen der einzelnen Gebilde im Organismus warmblütiger Thiere nach Aufhören des Ernährungsprocesses viel schneller verschwinden, als bei kaltblütigen, so findet dieses auch bezüglich der Fortdauer des Nervenstroms in den dem Leben entzogenen Nerven statt. Abgesehen aber hievon,

zeigen in dieser Beziehung auch die verschiedenen Theile des Nervensystems Unterschiede, indem z. B. der electromotorische Strom im Gehirn früher als im Rückenmark, und in diesem letztern früher als in den übrigen Nerven erlischt.

Ein Nerv, welcher in einer bestimmten Strecke von einem constanten electrischen Strom durchflossen ist, beginnt plötzlich auf allen von diesem Strom nicht betroffenen Strecken in derselben Richtung electromotorisch zu wirken, in welcher jener Strom den Nerven durchkreist. Diesen Zustand der Nerven nennt du Bois „Electrotonus," oder die dipolare Anordnung der electromotorischen Molecule des Nerven, also säulenartige Polarisation. Die vom Electrotonus herrührende Stromstärke, welche sich zum ruhenden Nervenstrom bald hinzu addirt, bald von ihm abzieht, nimmt mit der Entfernung von den Electroden rasch ab und wächst außerdem bis zu einer gewissen Grenze proportional der Dicke des erregenden Stromes. Der Electrotonus ist also der electrische Zustand eines Nerven, wenn durch einen Theil seiner Länge der Strom einer constanten Kette hindurch geleitet wird, welchen Zustand die Multiplicator-Nadel als eine bedeutende Veränderung der Größe des ursprünglichen ruhenden Nervenstroms anzeigt, und diese Veränderung des ursprünglichen ruhenden Nervenstroms besteht in einer Vergrößerung, wenn der von der Kette ausgehende Strom dieselbe Richtung hat, wie der Strom des Nerven selbst; im entgegengesetzten Falle aber, wenn nämlich diese beiden Ströme eine entgegengesetzte Richtung haben, zeigt die Abweichung der Multiplicatornadel eine Verminderung der Intensität des ursprünglichen Stromes, so daß der erregende Strom den gleichgerichteten ursprünglichen Nervenstrom verstärkt, den entgegengesetztgerichteten aber schwächt.

Da nach du Bois die Größe der Veränderung des ursprünglichen Stromes im Electrotonus von der Leistungsfähigkeit des Nerven abhängig ist, weil sie sich vermindert, wenn selbst bei unverändertem Leitungsvermögen die Leistungsfähigkeit des Nerven eine geringere ist, so ist es klar, daß die an der Multiplicatornadel hervorgerufenen Erscheinungen wirklich ein verändertes electromotorisches Verhalten des Nerven sind, was nicht so wäre, wenn der Nerv einfach als Leiter des erregenden Stromes zum Multiplicatordrahte diente. Unterbindet man ferner oder durchschneidet man den Nerven zwischen dem erregten und dem die Bäusche verbindenden Theile, so

hört sowohl bei der Unterbindung, als auch beim Wiederzusammenfügen des durchschnittenen Nerven die Wirkung des erregenden Stromes auf die Multiplicatornadel sogleich auf, obwohl in beiden Fällen die einfache Leitung für den electrischen Strom im Nerven dadurch nicht aufgehoben wird, wohl aber das Fortpflanzungsvermögen innerer molecularer Vorgänge.

Der Nerv ist also nach du Bois aus unzähligen dipolaren Moleculen zusammengesetzt, von denen jedes für sich aus einer negativen und einer positiven Hälfte besteht, welche einander ihre ungleichnamigen Pole zuwenden.

Die dipolaren Molecule müssen also schon vorher im ruhenden Nerven vorhanden sein, nur nicht so geordnet, daß sie einen Strom erzeugen, also unwirksam im ruhenden Nerven, und erst durch den Strom werden sie säulenartig geordnet. Wie wir nämlich gesehen, besteht jedes peripolare Element aus zwei dipolaren Moleculen, die einander ihre positiven Seiten zukehren. Bringt man nun eine Anzahl solcher peripolaren Doppelmolecule zwischen die beiden Electroden des erregenden Stromes, so zerlegt dieser diese peripolaren Doppelmolecule so, daß aus jedem zwei dipolare entstehen, welche alle ihren negativen Pol der positiven Electrode, ihren positiven dagegen der negativen zuwenden, was leicht möglich ist, weil, wie wir weiter oben gesehen, diese die electrischen Gegensätze zeigenden Formelemente so beweglich sind, daß sie jeden Augenblick ihre Lage verändern können. Hieraus geht klar hervor, wie nothwendig der flüssige Zustand des Inhalts der Nervenröhren ist, sowie daß mit dem Festwerden dieses Inhalts der Nervenstrom nothwendig erlöschen muß.

Wie wir gesehen, nimmt die Größe des electrotonischen Zuwachses zu, je näher die in den Multiplicatorkreis eingeschaltete Nervenstrecke den Electroden liegt. Dieses wäre wohl nicht denkbar, wenn der erregende Strom alle dipolaren Molecule ohne Ausnahme säulenartig ordnen würde; ebenso würde in diesem Falle der Nerv im Electrotonus nur als eine Säule wirken können, so daß das ursprüngliche Stromgesetz nicht zur Offenbarung käme. Die Thatsache nun, daß der electrotonische Zuwachs in der den Electroden am nächsten liegenden Nervenstrecke am größten ist, sucht du Bois dadurch zu erklären, daß der erregende Strom die dipolaren Molecule theilweise unvollkommen säulenartig ordnet, und zwar um so

unvollkommener, je weiter von den Electroden entfernt, so daß sich einzelne Molecule nicht vollständig, also unter 180°, und demnach oft nur halb drehen, oder daß von den unzähligen peripolar geordneten Moleculen nur ein gewisser Theil sich säulenartig ordnet. Der Grund der Größe des electrotonischen Zuwachses in der Nähe der Electroden liegt also darin, daß hier die vorher verkehrt gerichteten einzelnen Molecule zum Zweck der Säulenordnung sich um so vollständiger drehen. Derselbe Fall tritt nach du Bois auch bei einem stärkern und dichtern Strome ein, welcher natürlicherweise auch eine vollkommenere und ausgedehntere Drehung bewirken muß.

Die Größe des electrotonischen Zuwachses hängt endlich, wie uns du Bois gezeigt, auch von der Länge des Nervenstückes ab, welches von dem erregenden Strome durchlaufen wird, obwohl man eine Abnahme dieses Zuwachses beobachtet, wenn man zur Verlängerung der vom Strome durchlaufenen Strecke die Electroden der Kette auseinander rückt, was übrigens nur daher rührt, weil der erregende Strom dadurch geschwächt wird, daß der ohnehin großen Widerstand zeigende Leiter noch vergrößert wird, und die Größe des Zuwachses zeigt sich erst, wenn man noch bei diesen Versuchen so verfährt, daß die Stärke des erregenden Stromes in dem verlängerten Nervenstück dieselbe bleibt, wie in dem kurzen.

Wenn man nach du Bois zwei Nerven neben einander legt, und in einem derselben plötzlich die säulenartige Polarisation erzeugt, so muß der andere sofort von abgeleiteten Strömen derselben durchkreist werden und also um so mehr erregt werden, als der im Allgemeinen schwächere ruhende Nervenstrom bereits ausreicht, Zuckungen zu bewirken, so daß also das für die electrische Erregung sonst geltende Gesetz der isolirten Leitung des Nervenprincips nicht mehr gilt; aus diesem Grunde vermochte du Bois sogar von den sensiblen Wurzeln des Rückenmarks, welche nicht mehr mit diesen zusammen hingen, um reflectorische Wirkung hervor zu rufen, also in direct centrifugaler Richtung, die Schenkelmuskeln zur Contraction anzuregen.

Pflüger schickte durch eine nahe dem centralen Ende gelegene Strecke des Nerven einen sehr constanten Strom von bestimmter, eine gewisse Größe nicht überschreitender Stärke in absteigender Richtung und untersuchte den zwischen der negativen Electrode und dem Muskel gelegenen Theil des Nerven; durch eine zweite Kette

reizte er nun die zu prüfenden Punkte vor und nach der Schließung des constanten Stromkreises durch eine Stromesschwankung, deren Gestalt jenen Punkten entsprach und deren Richtung dem durch die säulenartige Polarisation erzeugten Strom entgegengesetzt war. Indem nun der, jenen Graden entsprechende Reiz von der negativen Electrode nach dem Muskel herabstieg, während der constante Strom die gewählte Strecke durchkreiste, erhielten die Ordinaten jener Linie einen beträchtlichen Zuwachs, welcher mit der Entfernung von der negativen Electrode abnahm und gegen den Muskel verschwand.

„Wir schicken," sagt Pflüger weiter, „durch das centrale Ende des Nerven einen Strom in aufsteigender Richtung und untersuchen den Theil, welcher zwischen der positiven Electrode und dem Muskel liegt. Die reizenden Stromschwankungen sind dem, durch den Electrotonus erzeugten Strom gleich gerichtet. Indem nun der Reiz von der positiven Electrode herabsteigt, erfahren in der Nähe der letztern die Ordinaten jener Grade eine beträchtliche Abnahme, welche aber wieder um so kleiner ausfällt, je mehr wir uns von der positiven Electrode entfernen. Man schicke ferner einen constanten Strom durch eine, dem Muskel nahe gelegene Stelle des Nerven in aufsteigender Richtung, und der Reiz steige von der negativen Electrode nach dem centralen Ende des Nerven hin. Die Richtung der Stromschwankungen sind dem durch den Electrotonus erzeugten Strome entgegengesetzt. Die Zuckung in der Nähe der negativen Electrode hat nun einen beträchtlichen Zuwachs erhalten, welcher aber an Größe um so mehr abnimmt, je weiter man sich von der negativen Electrode entfernt und nach dem centralen Ende hinansteigt."

Bei spätern Versuchen mit dem Inductionsstrom statt der Kette erhielt Pflüger folgende Resultate: 1) Ein constanter absteigender Strom wird durch eine, nahe dem Gastrocnemius gelegene Strecke des Nerven geschickt und die Electroden des Inductionskreises werden in der Nähe der positiven Electrode, und zwar zwischen dieser und dem centralen Ende des Nervus ischiadicus angelegt. Ein absteigender Inductionsstrom bewirkt nun eine schwächere Zuckung, wenn der Nerv polarisirt ist, eine stärkere dagegen, wenn er sich im natürlichen Zustande befindet.

2) Der constante absteigende Strom durchfließt eine nahe dem Stumpf gelegene Strecke des Nerven, und der reizende absteigende Inductionsstrom trifft denselben in der Nähe der negativen Electrode,

zwischen dieser und dem Muskel. Die Zuckungen erscheinen nun stärker, als wenn der constante Strom den Nerven nicht durchkreist.

3) Der constante aufsteigende Strom durchfließt eine nahe dem **Gastrocnemius** gelegene Strecke des Nerven, welchen ein aufsteigender Inductionsstrom in der Nähe der negativen Electrode trifft, und zwar zwischen dieser und dem centralen Stumpfe, und die Zuckungen sind stärker während der constante Strom kreist, als wenn dieß nicht der Fall ist.

4) Der constante aufsteigende Strom durchfließt eine nahe dem Stumpfe gelegene Strecke des Nerven, welchen ein aufsteigender Inductionsschlag in der Nähe der positiven Electrode, zwischen dieser und dem Muskel trifft, und die Zuckungen sind während des Kreisens des constanten Stromes schwächer, als wenn dieß nicht der Fall wäre.

Kölliker untersuchte den Einfluß von Wasser und Lösungen von Haloid- und neutralen Salzen der Alkalien und Erden, sowie von Zucker, Eiweiß, Harnstoff auf die Nervenfasern des Frosches, und fand, daß die Nerven in allen diluirten Lösungen jener Stoffe, sowie im Wasser in kürzerer Zeit absterben, indem sie dabei aufquellen und steif und unbiegsam werden. Nur bei gewissen Concentrationen jener Lösungen erleiden die Nerven keine Aenderung und behalten ihre Reizbarkeit lange, wogegen sie in höheren Concentrationen sich verkürzen, indem sie einschrumpfen und ihre Leistungsfähigkeit mehr oder weniger schnell verlieren. In einer Kochsalzlösung von $\frac{1}{2}$ % können die Nerven 25 Stunden lang reizbar erhalten werden, während sie bei 9 % innerhalb einer Stunde, bei 25—30 % innerhalb einer halben Stunde absterben. Bei Solutionen von Glaubersalz und zweibasisch phosphorsaurem Natron wirkt eine stärkere Concentration nicht so schnell störend, wie beim Kochsalz, da die Lösungen dieser Salze bei einer Concentration von $2\frac{1}{2}$—3 % am günstigsten wirken. Concentrirte Zuckerlösungen, sowie eine Harnstofflösung von 30 % erregen die Nerven so, daß selbst tetanische Zuckungen entstehen können, ebenso wirken sehr concentrirte (bis 20—30 %) Kochsalzlösungen. Nicht concentrirte Lösungen von schwefelsaurem und basisch phosphorsaurem Natron erregen schwach, während stärkere von 25—30 % ebenfalls **Tetanus** bewirken.

Bei schwachen Lösungen dauern diese Zuckungen oft eine Stunde und darüber, und die Nerven bleiben selbst nach eingetretener

Ruhe noch reizbar, und zwar um so länger, je schwächer die Lösung war.

Interessant sind die Resultate, daß die in Wasser und diluirten Lösungen abgestorbenen Nerven durch concentrirtere Lösungen, wie Lösungen von phosphorsaurem Natron von 3 und 9 % und Kochsalzlösungen von 4 und 25 % wieder in's Leben zurückgerufen werden können; ebenso können Nerven, die in concentrirten Lösungen ihre Reizbarkeit verloren haben, durch Wasser und diluirtere Lösungen wieder lebendig gemacht werden; so werden Nerven, die in Lösungen von Kochsalz und Glaubersalz von 20—30 % abgestorben, durch Wasser und Lösungen von Kochsalz und phosphorsaurem Natron von ½ % wieder lebendig gemacht; sogar mehrfache Tödtungen und Wiederbelebungen gelingen, wie auch eingetrocknete Nerven durch Wasser wieder leistungsfähig gemacht werden können. Wir sehen aus allen diesen Versuchen, daß die oberste Bedingung der Leistungsfähigkeit der Nerven die ist, daß wenigstens ein Theil des Nervenröhren-Inhalts flüssig erhalten werde, und, wie es scheint, hauptsächlich der beim Gerinnen den sogenannten Achsencylinder bildende Theil, da nach Gerinnung des Nervenmarkes, welche immer sehr bald eintritt, sich die Reizbarkeit der Nervenfasern immer noch lange erhält.

Ueber den Einfluß von Licht und Dunkelheit auf den Nerven- und Muskelstrom, sowie die Erfolge der verschiedenen galvanischen und chemischen Reizversuche haben Moleschott und Marmé Versuche an Fröschen angestellt und dabei folgende Resultate erlangt. Was nun zunächst die mit einem Multiplicator von 24,000 Windungen angestellten Versuche über das Verhalten des ruhenden Nervenstroms betrifft, so ergab sich aus 25 Doppelversuchen an den im Lichte aufbewahrten Thieren für den ersten und zweiten Nadelausschlag 28,5° und rep. 20,1°, an den im Dunkel aufbewahrten dagegen 25,5° und 15,6°; wobei übrigens bemerkt werden muß, daß diese Differenz in den Durchschnittszahlen beinahe lediglich dadurch hervorgebracht wurde, daß sechs von den im Dunkeln aufbewahrten Thieren Ausschläge von durchschnittlich nur 5° und 2° gaben, während alle übrigen 19 Versuche für die im Dunkeln aufbewahrten Thiere Zahlen ergaben, wie bei den im Hellen aufbewahrten, und zudem fällt die stärkste Ablenkung von 44° auf ein im Dunkeln aufbewahrtes Thier; dazu kommt noch, daß diese so geringen Aus-

schläge sich bei Thieren fanden, die nur ein oder zwei Tage im Dunkeln verweilten, während andere Thiere neun bis zwölf Tage dem Lichte entzogen waren.

Die Untersuchung des Muskelstroms ergab aus 30 Doppelversuchen für die im Licht aufbewahrten Thiere als Mittel 82,6° und 41,9° für die beiden ersten Ausschläge, für die im Dunkeln aufbewahrten dagegen 78,6° und 37,8°.

Bei weitern 39 Doppelversuchen, in welchen der Multiplicator durch den stromprüfenden Froschschenkel vertreten war, ergab sich, daß bei den im Licht aufbewahrten Thieren die Zuckung neunzehnmal, bei den im Dunkeln gehaltenen dagegen dreißigmal ausblieb, während bei den erstern siebenmal starke und dreizehnmal mittlere und schwache, bei den letztern dagegen nur dreimal starke und nur sechsmal mittlere und schwache Zuckung eintrat.

Nach den Resultaten von weitern 38 Versuchen mit dem Strome eines einfachen Plattenpaars schließen diese Forscher, daß die im Licht aufbewahrten Thiere reizbarer waren, als die im Dunkeln gehaltenen.

Von allen, von den genannten beiden Forschern angestellten 263 galvanischen Reizversuchen kommen auf die im Dunkeln aufbewahrten 263 Thiere 165 starke und 22 schwache, also zusammen 187 Zuckungen; auf die im Licht aufbewahrten 263 Thiere kommen 172 starke und 20 schwache, also zusammen 192 Zuckungen.

Aus diesen Versuchen geht nun hervor, daß die Reizbarkeit der Nerven dieser Thiere durch das Licht allerdings etwas, aber nur in geringem Grade, gesteigert wird, denn abgesehen davon, daß die zu diesen Versuchen benützten Thiere nicht alle die gleiche Zeit im Hellen und im Dunkeln gehalten wurden, gaben in den ersten 25 Doppelversuchen, wie wir gesehen, nur sechs Ausschläge von 2° und 5°, während bei den übrigen 19 Versuchen die im Dunkeln aufbewahrten Thiere dieselben Zahlen gaben, wie die im Hellen aufbewahrten, und zudem die stärkste Ablenkung von 44° ein im Dunkeln bewahrtes Thier zeigte.

Die mit 5% Kalilösung angestellten Versuche bewirkten bei den im Hellen gehaltenen 34 Thieren vom Nerven aus vierundzwanzigmal gar keine, bei den im Dunkeln gehaltenen nur dreiundzwanzigmal gar keine Zuckung. Dasselbe Verhalten zeigte dasselbe Reizmittel auf den Muskel angewandt.

Nach der Zusammenstellung aller von Moleschott und Marmé bei ihren Versuchen gewonnenen Resultate glauben sie schließen zu müssen, daß die im Licht aufbewahrten Frösche eine größere Reizbarkeit und höhere Leistungsfähigkeit der Muskeln besitzen, als solche, die unter gleichen Verhältnissen des Geschlechts, der Körpergröße, der Ernährung, der Zeit und der Wärme im Dunkeln gehalten wurden, wenn gleich, wie wir oben gesehen, dieser Unterschied kein großer ist.

Die von H. Müller und Kölliker angestellten Untersuchungen über das electromotorische Verhalten des Froschherzens gewonnenen Resultate sind folgende: die Spitze des ganzen Herzens verhält sich negativ gegen jeden Punkt der Oberfläche der Kammern; ebenso ist die Herzspitze negativ gegen die durch Abschneiden der Vorkammern entstandene Schnittfläche. Dagegen ist die Herzspitze positiv gegen Querschnitte an der Basis der Kammer selbst, ebenso ist gegen Querschnitte an der Basis oder an der Spitze der Kammer nach Mateuci auch jeder Punkt der Seitenwände positiv. Der Ausschlag, den ein ganzes mit der äußern Fläche der Kammer und der Spitze aufgelegtes Herz gibt, ist geringer, als der, den man erhält, wenn man nur den Querschnitt der Spitze und die Oberfläche auflegt. Kölliker und Müller haben an dem im Multiplicatorkreise fortpulsirenden Herzen die negative Stromschwankung beobachtet, bei der ersten Systole flog nämlich die Nadel weit in den negativen Quadranten und machte bei den folgenden Pulsationen, nachdem sie sich in der Nähe des Nullpunktes eingestellt hatte, kleine Oscillationen in den positiven und negativen Quadranten. Diese beobachteten Ausschläge halten Kölliker und Müller um so mehr für Wirkungen der negativen Stromschwankung, als es ihnen auch gelang, die secundäre Zuckung am stromprüfenden Schenkel zu erhalten, und sie lagerten das zur Prüfung genommene Herz so auf Bäuschchen, daß es nicht möglich war, daß die Veränderung der Lage des Herzens bei der Diastole und Systole jene beobachteten Nadel-Oscillationen hervorrufen konnten.

Bei reizbaren Fröschen wurde die secundäre Zuckung beim zweiten oder dritten Thiere bei jeder Systole erhalten, und diese Wirkung konnte bis eine Stunde lang bei jeder Contraction beobachtet werden. Dabei berührte der Nerv die Oberfläche und den Querschnitt der Kammer, aber er konnte auch wirksam quer über die Mitte der

vordern Fläche der Kammer, an dem linken Herzrand anliegend gelagert werden, doch war die günstigste Lage die, wenn der Nerv der Länge nach auf der Kammer lag und in einem Bogen auch die Spitze berührte. Bei diesen Versuchen wurde das Gesetz bestätigt, daß die negative Schwankung etwas vor der Contraction fällt, denn die secundäre Zuckung erfolgte vor dem Eintritt der Systole; einmal konnte auch tertiäre Zuckung beobachtet werden. Beim Auflegen der Nerven auf das ruhende Herz erhielten Müller und Kölliker selten auch einfache galvanische Zuckung.

Interessant ist auch die von Remak der Pariser Academie gemachte Mittheilung, daß aus seinen therapeutischen Anwendungen des galvanischen Stroms hervorgehe, daß der constante Strom durch die sensiblen Nerven auf die Centralorgane wirke, sie reize, regle und die Actionen der centralen Ganglienzellen retablire, indem er ihnen die Reizung peripherischer Fasern mittheile.

Bezüglich der Erregbarkeit der Nerven wissen wir, daß, wie alle Functionen thierischer Gebilde und Organe, so namentlich auch die Function der Nervenfaser, d. h. ihre Leistungsfähigkeit, durch eine ungestört physikalisch-chemische Constitution bedingt ist, und es gehört also, wie wir zum Theil schon weiter oben gesehen, zu einem vollkommen leistungsfähigen Nerven die vollkommenste Unversehrtheit der Form und der chemischen Constitution des Nerveninhaltes. Namentlich sind es folgende drei Bedingungen, welche unumgänglich nothwendig sind, um die dauernde Einhaltung der Erregbarkeit des Nervensystems zu sichern, nämlich normale Ernährung desselben durch das Blut, ununterbrochener Zusammenhang desselben mit den Centralorganen und gemessene Abwechslung von Thätigkeit und Ruhe.

Was nun die Ernährung der Nerven betrifft, so haben wir weiter oben schon gesehen, daß jene chemische Constitution des Nervenröhren-Inhaltes die oberste Bedingung der Functionsfähigkeit der Nerven ist; gerade diese Constitution kann aber nur durch einen normalen Stoffwechsel zwischen Nerven und Blut, d. h. durch eine gehörige Ernährung im normalen Zustande erhalten werden. Daß der Nervenröhren-Inhalt seine Albuminate, Fette, sein Wasser und seine Salze vom Blut erhält, ist wohl natürlich; ebenso natürlich ist es aber auf der andern Seite auch, daß das Blut die excrementiellen Abfälle der Nervensubstanz aufnimmt. Dieser Stoffaustausch muß in den Nerven um so größer sein, als die Lebensthätig-

keit des Nervensystems überhaupt eine sehr große ist, und gerade dieses System ist es, welches den normalen Blutzufluß am wenigsten entbehren kann, und die von einigen Forschern gemachten Versuche, durch Unterbindung der Bauch-Aorta den Zufluß des arteriellen Blutes zu den untern Extremitäten zu verhindern, haben gezeigt, daß die Nerven derselben hiedurch gleich ihre Fähigkeit, von Reizen erregt zu werden, verlieren, dieselbe aber nach einiger Zeit wieder erhalten, wenn durch Aufhebung der Unterbindung der Blutzufluß wieder hergestellt wird.

Wie wir wissen, ist auch bei Menschen die Nervenerregbarkeit eine sehr verschieden große und sogar bei einem und demselben Menschen können wir unter verschiedenen physiologischen und pathologischen Verhältnissen verschiedene Grade der Nervenerregbarkeit beobachten, welche nur in verschiedenen Ernährungsverhältnissen ihren Grund haben, und alle Störungen in der Erregbarkeit des Nervensystems gleichen sich nur durch eine normale Ernährung wieder vollkommen aus: eine Thatsache, welche von Therapeuten sehr zu berücksichtigen ist, da wohl jedem Arzte bekannt ist, welcher Schlendrian bisher in der Auswahl der sogenannten nervenstärkenden Mittel herrschte. Selbst wenn durch anhaltende übermäßige Anstrengung die Nervenerregbarkeit tief gesunken ist, so ist es wieder die Ernährung, welche diese gesunkene Thätigkeit wieder herstellt, und ohne welche jede Erholung geradezu unmöglich ist.

Abgesehen übrigens von einem gehörigen Zufluß eines normalen Blutes, erscheint, wie bei allen thierischen Gebilden, so namentlich auch beim Nervensystem, eine stete Abwechslung von Ruhe und Thätigkeit als unerläßliche Bedingung einer normalen Ernährung; der stets ruhende Muskel wird atrophisch und verliert seine Functionsthätigkeit, wie der stets ruhende Nerv seine Erregbarkeit verliert. Daß aber auch hierin eine Abwechslung von Ruhe und Thätigkeit nothwendig ist, geht schon aus der Thatsache hervor, daß eine ununterbrochene Thätigkeit die Erregbarkeit des Nerven wie des Muskels ebenso vernichtet, wie eine ununterbrochene Ruhe.

Ebenso ist es die Ernährung, welche die Erregbarkeit in den durchschnittenen Nerven wieder herstellt. Durchschneidet man nämlich einen Nerven, so geht die Erregbarkeit im peripherischen Stücke sehr bald verloren, stellt sich aber, wie schon die frühern Untersuchungen von Haigthon, Fontana, Arnemann, Nasse und Günther

dargethan, später wieder ein, da diese genannten Forscher fanden, daß nach Durchschneidung und Substanzverlust der Nerven die vollständige Wiederherstellung der Function möglich ist, und zwar in dem Zeitraume von fünf Wochen bis zu fünf Monaten, über diese Zeit hinaus erfolge keine Restitution mehr. Weitere Beweise für die vollständige Rehabilität der Function durchschnittener Nerven liefert uns Dieffenbach durch die Thatsache, daß Personen mit neugebildeter Nase auch bei verbundenen Augen genau im Stande sind, die berührte Stelle der Nase anzugeben.

In den Jahren 1853 und 1854 wurden an Hunden, Katzen, Hühnern und Fröschen zahlreiche Versuche über die Regeneration der Nerven angestellt. Bei Vögeln wurde der Medianus, bei andern Thieren der Ischiadicus durchschnitten, oder im Stücke von einigen Linien ausgeschnitten. Von den Fröschen kamen wenige über die dritte Woche, während Hunde und Katzen öfters bis zum siebenten Monat erhalten wurden, und bei mehreren war die Restitution der Function so vollständig, daß zwischen der gesunden und kranken Seite kaum ein Unterschied zu bemerken war, nur blieb nach diesem Zeitraum meist noch eine hypertrophische Anschwellung der Zehenballennägel der Kranken zurück.

Wie man früher glaubte, erfolgt die Restitution der Nerven dadurch, daß die beiden Enden der durchschnittenen Nervenfasern durch neugebildete Nervenröhrchen wieder zusammenwachsen. Man nahm an, daß die Nervenenden durch ein Exsudat verkleben, welches zuerst spindelförmige Knoten bildet, die dann später wieder verschwinden. Die Narbensubstanz hielt man für die Matrix oder das Blastema, in welcher das neugebildete Verbindungsstück der durchschnittenen Nervenfasern auf embryonale Weise aus Reihen von Zellen sich bilde und dann nach und nach mit den durchschnittenen Nervenfasern in Verbindung trete.

Nach Schön, Günther und Vogel wachsen die durchschnittenen Nervenenden einander entgegen, während nach Nasse das untere Stück eine Fettmetamorphose erleidet mit neuen schmälern Fasern, die häufig hohl aussehen.

Erst die Untersuchungen von Waller und Bruch haben gezeigt, daß das ganze peripherische Stück unterhalb der Schnittfläche bis zu seinen peripherischen Endverzweigungen zu Grunde gehe und dafür ein neues Nervenstück entstehe, indem sich eine gewisse Summe

von Nervenfasern bildet, welche als Auswüchse und Ausläufer des centralen Nervenrandes, und zwar der einzelnen durchschnittenen Nervenfasern desselben, zu betrachten sind. Je länger nun diese Ausläufer werden, und je mehr sie, gegen die Peripherie fortwachsend, den Ausbreitungen des atrophischen Nervenstückes folgen, um so vollständiger muß natürlicher Weise die Herstellung der Function erfolgen.

Die Atrophie des peripherischen Stückes erfolgt nach Nasse auf folgende Weise: Zwischen der ersten und dritten Woche nach der Operation bemerkt man bei den meisten Thieren, bei den Amphibien etwas später, daß das durchschnittene peripherische Stück weicher wird und eine gelbe Färbung annimmt. Unter dem Mikroskope erkennt man um diese Zeit die einzelnen Nervenröhrchen noch sehr deutlich, das Mark fängt an sich in viereckige, größere Abtheilungen zu sondern, welche das Nervenrohr vollständig ausfüllen. Nach und nach zieht sich das Mark auf einzelnen Stellen mehr zusammen und der Inhalt häuft sich in ziemlich großen fettigen Tropfen an, zwischen welchen andere Strecken der Nervenscheiden vollkommen leer erscheinen, so daß hier offenbar schon eine Verminderung des Markinhaltes stattfand. Noch später findet man in größern Distanzen längliche, in der Mitte breitere, nach den Enden hin sich verzweigende Anhäufungen von Fetttropfen, die Anfangs sehr in's Auge fallen, nach und nach aber immer spärlicher werden. Die Kugeln zerfallen in immer kleinere Fetttröpfchen, die zuletzt noch reihenweise in einem weichlichen, zerreißlichen Gewebe angetroffen werden, in welchem jedoch die leeren Scheiden noch längere Zeit erkennbar sind. Nach Verfluß von drei bis vier Monaten ist keine Spur des Nerveninhalts mehr zu sehen und derselbe scheint vollständig resorbirt worden zu sein. Gleichen Schritt hält damit auch die gelbe Färbung des Nervenstückes, die, obgleich Anfangs schon auffallend, auf der Höhe der fettigen Entartung am intensivsten ist, nach und nach aber der frühern weißen Farbe wieder Platz macht. Hiemit zusammenhängend ist auch das emulsive Aussehen der Zusatzflüssigkeit, in welcher ein solcher Nerv präparirt oder vielmehr macerirt wird, und welches nur von der Beimischung zahlreicher Fetttröpfchen herrührt.

Diese Zerstörung tritt aber in dem centralen Ende des abgeschnittenen Nerven nicht ein, und dasselbe wird sogar nach Jahren noch unverändert getroffen, wieder ein Beweis, wie nothwendig ein

ununterbrochener Zusammenhang der einzelnen Nerven mit den Centralorganen des Nervensystems ist.

Ungeachtet des eben bezeichneten durchgreifenden Zerstörungsprocesses des getrennten peripherischen Stückes eines durchschnittenen Nerven wird das Neurilem desselben vollständig erhalten und dadurch auch die Continuität des atrophirenden Nerven, so daß dieses Neurilem sogar den Träger des neuen Nerven abgibt.

Dieses Neurilem dient nun wirklich zum Leiter für die Richtung der neu entstandenen Nervenfasern; denn wenn die durchschnittenen Nerven nicht in ihrer natürlichen Lage erhalten wurden, so schienen die neu entstandenen Nervenröhrchen falsche Wege einzuschlagen, und in einem solchen Falle konnte Bruch nie eine Herstellung der Function beobachten.

Im Jahre 1853 machte Bruch Versuche an Fröschen mit Durchschneidung des rechten Nervus ischiadicus, sie reichten nicht über drei Wochen hinaus und zeigten eine Verklebung der Schnittwunden mit den Nachbartheilen. Eine fettige Entartung der peripherischen Stücke konnte Bruch damals nicht beobachten, dagegen nur diejenige Veränderung, die man gewöhnlich als Gerinnung des Markes nach dem Tode beschreibt und welche sich durch körniges, krümliches Ansehen des Nervenmarkes äußerte. Auch fand er keine Neubildung von Nervenfasern in der Narbe. Dasselbe war auch der Fall mit den ersten Versuchen an Säugethieren und Vögeln.

Ein höchst interessantes Resultat erlangte Bruch an einer am 23. September 1853 operirten und am 21. Januar 1854, also vier Monate später, getödteten Katze. Hier war die Function vollständig wieder hergestellt und die Vereinigung der Schnittwunden war so vollkommen, daß mit bloßem Auge am Nerven gar keine Veränderung wahrzunehmen war, und erst unter dem Mikroskope zeigte sich an jeder Nervenfaser eine Narbe, die sich als ringförmige Einschnürung charakterisirte, durch welche der Achsencylinder mitten hindurch ging, so daß hier eine prima reunio der Nervenfasern stattgefunden zu haben scheint, aus welchem Grunde auch die Herstellung der Function so vollständig war.

In den meisten Fällen aber geht, den weitern Untersuchungen zufolge, wie wir oben gesehen, das ganze peripherische Nervenstück unterhalb der Schnittwunde zu Grunde und es entstehen dafür eine bestimmte Anzahl von Nervenfasern als Ausläufer des centralen

Endes, und die Function wird um so vollständiger hergestellt, je mehr diese Ausläufer peripherisch fortwachsen, und zwar im alten, wie wir oben gesehen haben, nicht zu Grunde gegangenen Neurilem. Nach Bruch findet man, schon ehe die alten Nervenfasern vollständig geschwunden sind, zwischen den atrophirenden Nervenfasern einzelne, ganz wohl erhaltene, aber auffallend schmälere Nervenröhrchen, die man durch Behandlung mit Essigsäure und Compression zwischen Glasplatten am besten darstellt. Ihre Anzahl nimmt allmählich zu und im dritten oder vierten Monat trifft man in der Regel schon eine solche Anzahl derselben, daß sie füglich einen neuen Nerven repräsentiren können. Wie die Atrophie vom centralen Theile nach dem peripherischen fortschreitet, so erfolgt auch das Auftreten und Vermehren frischer Nervenröhrchen in dieser Richtung, so daß die Atrophie in regelmäßiger Succession von der nachrückenden Neubildung ersetzt wird.

Die Untersuchungen der Narben zeigten, daß hier die ersten neuen Nervenröhrchen auftreten, die sich stets als Fortsetzungen und Verlängerungen des obern centralen Schnittendes auswiesen; die durchschnittenen Nervenfasern wachsen also zuerst in das Narbengewebe hinein, ein festes, formloses Blastem mit spindelförmigen kernartigen Körpern, dann durch dasselbe hindurch in das peripherische Stück. In der Narbe laufen die neuen Nervenfasern in der Regel verworren, indem sie sich daselbst bündelartig durchkreuzen, während sie im peripherischen Theile wieder parallel laufen.

Bei feinen Schnitten der in kohlensaurer Kalilösung erhärteten oder bloß getrockneten Präparate sieht man nach Bruch unter dem Mikroskope die alten Nervenfasern sich plötzlich verschmälern, blässer werden und in feine, neue varicöse, deutlich mit Kernanschwellungen versehene Fasern übergehen. Wie bei dem Gefäßsystem entstehen die Stämme aus verschmelzenden Zellen, die peripherischen Endungen aber durch Auswachsen der peripherischen Zellen, Zellentheilung und Aneinanderreihung einzelner, selbst schon spindelförmig gewordener Zellen.

Bei der Frage nach dem Ursprung des Reichthums an Kernen in den neugebildeten Nervenfasern glaubt Bruch an zwei Möglichkeiten; entweder sucht nämlich das peripherische Wachsthum der durchschnittenen Nervenfasern die auf ihrer Base liegenden Bindegewebskörperchen der Reihe nach auf, d. h. die neuen Nervenfasern ent-

stehen durch weiteres Wachsthum und Aneinanderfügung bereits vorhandener Elemente, oder diese scheinbaren Bindegewebskörperchen sind durch peripherische Theilung entstandene Ausläufer und Producte der alten Nervenfasern, und ihre feinsten Verbindungsfäden wurden nur Anfangs übersehen.

Jedenfalls findet eine Vermehrung der Bindegewebskörperchen statt, die von den normal im Neurilem vorkommenden nicht verschieden sind, und man trifft sie oft so hinter einander gestellt, daß der Schluß auf eine Theilung derselben gerechtfertigt zu sein scheint. Eigenthümlich ist nach Bruch nur ein frühzeitig auftretender spiegelnder Glanz, welcher das Auftreten von Nervenmark im Innern anzudeuten scheint, und diejenigen Körperchen sogleich kenntlich macht, welche zu einer Nervenfaser gehören und welche in der Regel auch durch feine Ausläufer untereinander in Verbindung stehen. Die weitere Ausbildung der Nervenröhren geschieht einfach durch Verbreitung, womit sogleich in der Regel auch die Anwesenheit des Markes gegeben ist.

Nach den von Bruch und Waller bei ihren vielseitigen Untersuchungen gewonnenen Resultaten beruht also die Wiederherstellung der Erregbarkeit durchschnittener Nerven nicht auf einem Zusammenheilen alter getrennter Fasern, sondern die alten Fasern gehen zu Grunde und alle Fasern vom Ende des centralen Stumpfes bis zu den letzten peripherischen Endigungen werden neugebildet, und zwar auf die eben beschriebene Weise.

Der ungestörte Zusammenhang der einzelnen Nervenröhrchen mit den Centralorganen ist also unbedingt nöthig, wenn die Erregbarkeit erhalten werden soll, und die in den durchschnittenen Nerven verloren gegangene stellt sich also nur dadurch wieder her, daß dieser Zusammenhang wieder in Stand gesetzt wird.

Diese Regeneration durchschnittener Nerven geht zwar bei allen Thierklassen auf die eben beschriebene Weise vor sich, nur bezüglich der Zeit waltet ein Unterschied ob, da dieselbe, allen Beobachtungen zufolge, z. B. bei Amphibien, viel rascher und vollkommener vor sich geht als bei Säugethieren, wobei übrigens auch das Alter des Thieres, sowie die Vertheilung der Gefäßnerven nicht ohne Einfluß ist. Ebenso erlischt auch der Nervenstrom nach dem Tode kaltblütiger Thiere bei Weitem nicht so schnell als bei warmblütigen, wie überhaupt die Vitalität aller Gebilde nach dem Aufhören des

Ernährungsprocesses bei warmblütigen Thieren viel schneller zu Grunde geht, als bei kaltblütigen.

Wie wir früher gesehen, nimmt der Nervenstrom nach dem Tode des Thieres gerade so ab, wie die Erregbarkeit; beide erlöschen also gleichzeitig.

Wie die electromotorische Thätigkeit und der Nervenstrom zuerst in den Centralorganen, und zwar im Gehirn früher als im Rückenmark erlischt, und in den Nervenstämmen zuerst in den Wurzeln und dann in den Zweigen, also von oben nach unten, so ist dieses auch mit der Erregbarkeit der Fall. Nach Funke erregt die Application irgend eines Reizes, sei er ein electrischer, chemischer oder mechanischer, einige Zeit nach dem Tode auf dem obern Ende des Nervus ischiadicus keine Muskelzuckung mehr, obwohl dieses der Fall ist, wenn man denselben Reiz auf einer Stelle applicirt, welche dem Muskel näher liegt, und je mehr Zeit verstreicht nach dem Tode des Thieres, desto näher dem Muskel muß der Reiz angebracht werden, um eine Zuckung in letzterm hervorzurufen, so daß am Ende nur noch die im Muskel selbst befindlichen Nerven reagiren.

Nachdem wir nun die Bedingungen der Erhaltung der Erregungsfähigkeit der Nerven sowie die Art der Wiederherstellung der verloren gegangenen Erregbarkeit näher betrachtet haben, ist es nöthig, den Erregungszustand der Nerven überhaupt kennen zu lernen, und zu diesem Zwecke ist eine genaue Kenntniß der Reize, welche überhaupt einen Erregungszustand in den Nervenfasern hervorrufen, vor Allem erforderlich, und die Wirkung dieser Reize lernen wir am besten in den durch sie mit den Nerven noch verbundenen leistungsfähigen Muskeln hervorgerufenen Erscheinungen kennen.

Bekanntlich ist der electrische Strom der kräftigste Erreger der Nerventhätigkeit, aber auch dieser Erreger hat in dieser Beziehung seine bestimmten Gesetze; so erregt z. B. dieser Strom nur im Augenblick seines Beginnens und Aufhörens den Nerv, während dieser, in der Zwischenzeit von dem gleich starken Strom durchlaufen, sich ganz unthätig verhält, so daß natürlich der mit dem Nerven verbundene Muskel während dieser Zeit dieselbe Unthätigkeit zeigt, selbst wenn man bei ununterbrochen geschlossener Kette den Strom allmählich an Dichtigkeit zu- oder abnehmen läßt, und Zuckungen stellen sich nur dann ein, wenn die Stärke des Stromes plötzlich, gleichviel ob vergrößert oder verkleinert, verändert wird.

Wenn es übrigens auch noch so bestimmt erwiesen ist, daß jeder motorische Nerv nur beim Schluß und Oeffnen der Kette seine Thätigkeit äußert, während des Geschlossenseins derselben aber sich in völliger Unthätigkeit befindet, so scheint dieses bei den sensiblen Nerven nicht so bestimmt der Fall zu sein; allerdings ist auch hier beim Schlusse und der Oeffnung der Kette die Thätigkeitsäußerung am größten, allein dieselbe ist auch während des Schlusses der Kette, also während der Dauer des Stromes, nicht aufgehoben. Nach unzähligen, an Andern und mir selbst in dieser Beziehung gemachten Versuchen kann ich die Erfahrung Ritters nur bestätigen, daß bei den sensiblen, und namentlich bei den Sinnesnerven die Erscheinungen der Nervenerregung auch während der Dauer des Stroms fortdauern. Allerdings beobachtete auch ich, daß sowohl im Auge, als im Ohr und auf der Zunge bei Schließung und Oeffnung der Kette die entsprechende Empfindung vermehrt war, ebenso, wenn ich während der geschlossenen Kette durch plötzliche Aenderung am Moderator die Dichtigkeit des Stroms schnell vermehrte oder verminderte; allein beim Durchleiten des Stroms durch das Auge empfand ich während des Stroms, also so lange die Kette geschlossen war, stets Lichtempfindung, ebenso im Ohr ein fortwährendes eigenthümliches, stark knisterndes Geräusch. Es ist allerdings richtig, und ich habe dieses selbst unzähligemal versucht, daß bei einem schwachen Strom die Gefühlsnerven nur im Momente des Schlusses und der Oeffnung der Kette afficirt werden, dagegen ist es aber ebenso wahr, daß ein starker Strom in empfindlichen Theilen einen wahren Schmerz verursacht, welcher nach dem Schluß der Kette nicht aufhört, sondern sich, so lange die Kette geschlossen bleibt, also während der ganzen Dauer des Stroms, bis zur Unerträglichkeit steigert, so daß ich bei solchen Versuchen jedesmal genöthigt war, durch Aenderung am Moderator die Stärke des Stroms zu mildern, und nach meiner, auf vielseitige Erfahrung sich stützenden Ansicht ist auch der constante Strom im Stande, in Empfindungsnerven eine Erregung hervorzubringen, welche man in den motorischen Nerven nicht beobachtet.

Ueber das Gesetz der Nervenerregung durch den electrischen Strom hat uns wieder du Bois die besten Aufschlüsse gegeben. Wie wir also gesehen, erfolgt die Erregung der Nerven, wenigstens der motorischen, durch den electrischen Strom nur durch eine plötzliche

Aenderung der Dichtigkeit dieses letztern, und die Erregung ist um so stärker, je schneller diese Veränderung vor sich geht. So entsteht also die gesteigerte Erregung des mit dem Nerven verbundenen Muskels im Augenblick der Schließung der Kette nicht durch das Beginnen des Stroms mit einer gewissen Stärke, sondern nur durch die plötzliche Veränderung der Stromdicke von Null bis zu einer gewissen Höhe, und ebenso erfolgt auf der andern Seite die Erregung beim Oeffnen der Kette wieder nur durch den plötzlichen Uebergang der Stromdicke von einer gewissen Höhe zu Null, was schon daraus hervorgeht, daß wir diese Erregung bei allmählicher Steigerung der Stromstärke nicht beobachten. Der electrische Strom ist also im Stande, die Erregbarkeit der Nerven bedeutend zu verändern. Merkwürdig sind in dieser Beziehung die von Eckhard gefundenen Resultate über das Verhalten der Erregbarkeit des Nerven, während er dem electrischen Strom ausgesetzt ist, wonach sich herausstellte, daß ein Nerv, so lange er von einem constanten electrischen Strom durchlaufen wird, von keinem Reiz, sei er ein electrischer, mechanischer oder ein chemischer, mehr erregt werden kann. Eine Erscheinung, die sich nach Funke aus dem electromotorischen Verhalten des Nerven leicht erklären läßt; weil nämlich durch den constanten Strom die electromotorischen Molecule des Nerven in dipolarer Anordnung erhalten werden, so ist natürlich kein Reiz im Stande, die negative Stromschwankung hervorzurufen, welche dem Erregungszustande angehört. Nach Eckhard hebt ferner ein constanter Strom auch die durch einen Reiz in einem Nerven hervorgerufene Thätigkeit auf, zu diesem Zwecke muß aber der constante Strom eine größere Stromdichtigkeit besitzen als der andere.

Wie uns schon Volta gezeigt, vernichtet der constante Strom die Erregbarkeit eines Nerven. Wenn man nämlich längere Zeit hindurch durch einen Nerven einen constanten electrischen Strom von mäßiger Dicke gehen läßt, gleichviel ob in auf- oder in absteigender Richtung, so tritt ein Zeitpunkt ein, wo der Nerv durch Oeffnen oder Schließen der Kette nicht mehr erregt wird, also keine Muskelzuckung mehr erfolgt. Ist diese Lähmung eingetreten, so tritt beim Schließen und Oeffnen der Kette die Erregung wieder ein, wenn man die Stromrichtung umkehrt.

Bezüglich der chemischen Reizung der Nerven hat namentlich Eckhard über die chemische Reizung motorischer Froschnerven schöne

und lehrreiche Versuche angestellt, wozu auch die von Kölliker weiter oben genau angeführten Untersuchungen über den Einfluß von Wasser und Lösungen von Haloid- und neutralen Salzen den Alkalien und Erden u. drgl. gehören, wobei sich herausstellte, daß eine gewisse Concentration solcher Lösungen unumgänglich nöthig ist, um in den Nerven eine Erregung hervorzurufen, und zwar aus dem Grunde, weil nach Eckhard nur solche chemische Lösungen Muskelzuckung hervorrufen, welche den Inhalt der Nervenröhre chemisch zersetzen, so daß die durch sie veränderte Nervensubstanz augenblicklich in den Zustand des Todes übergeht. Aus diesem Grunde ist eine gewisse Concentration dieser Lösungen unbedingt nothwendig, denn solche Lösungen, welche den Inhalt der Nervenröhren nur langsam, also allmählich zersetzen, und so am Ende auch seine Erregbarkeit aufheben, sind nie im Stande Zuckungen hervorzurufen, und wirken also nicht erregend auf den Nerven. Weil nun die Nervenerregung durch chemische Reize nur durch Zersetzung des Nervenröhren-Inhalts erfolgt, so ist es natürlich, daß zu diesem Zwecke der Nervenröhren-Inhalt ganz normal sein muß. Verschiedene mechanische und chemische Agentien, welche durch ihren Concentrations- oder Temperaturgrad keine Nervenerregung hervorbringen, vernichten übrigens nach Funke die Erregbarkeit doch in sehr kurzer Zeit; so bewirkt z. B. eine Aetzkalilösung von weniger als 2% keine Muskelzuckung, obgleich sie schon nach wenigen Minuten die Reizbarkeit des Nerven zerstört, und, wie sich von selbst versteht, auch durch Zersetzung der normalen Mischung des Nervenröhren-Inhalts. Es sind also nur diejenigen chemischen Lösungen im Stande, Nervenerregung hervorzurufen, welche den Nervenröhren-Inhalt plötzlich zersetzen.

Bezüglich der Einwirkung ätzender Alkalien auf die Nerven machte Eckhard die Beobachtung, daß wenn man einen durchschnittenen Nerv in Aetzkali taucht, im Augenblicke, wo die Schnittfläche das Aetzmittel berührt, in dem von dem Nerven versorgten Muskel eine heftige Zuckung entsteht; dasselbe geschieht auch, wenn man ein längeres Stück des Nerven eintaucht, nur mit dem Unterschiede, daß in diesem Falle einige Zeit nach dem Eintauchen wieder partielle Zuckungen einzelner Bündel nacheinander erfolgen, Erscheinungen, welche sich dadurch erklären lassen, daß im ersten Fall das Aetzmittel an der Schnittfläche auf den Inhalt der Nervenröhre

gleichzeitig einwirkte; im zweiten Fall dagegen muß das Aetzkali auch das Neurilem durchdringen und kann also nicht alle Nervenfasern gleichzeitig erreichen, sondern muß nothwendig die mehr an der Oberfläche liegenden früher erreichen als diejenigen, welche mehr der Achse zu oder in der Achse selbst liegen.

Neben den Alkalien sind nach Eckhard besonders die Mineralsäuren, sowie concentrirter Alkohol und Aether Erregungsmittel der Nerven. Aber auch mehr indifferente Stoffe, wie neutrale Alkalisalze und concentrirte Zuckerlösungen wirken, wie wir früher gesehen, erregend auf die Nerven.

Nach Eckhard erfolgt die Wirkung der ätzenden Alkalien, der Säuren, des Alkohols und Aethers auf die Nerven durch momentane Coagulation der Albuminate des Nervenröhren-Inhaltes, wobei übrigens Funke mit Recht bemerkt, daß ebenso gut auch Verseifung der Fette dieses Inhalts durch Alkalien als Ursache der Reizung auftreten dürfte.

Bezüglich der Wirkung neutraler Salze und concentrirter Zuckerlösungen auf die Nerventhätigkeit, erfolgt diese, wie die der oben genannten Mittel, durch Zersetzung des Nervenröhren-Inhalts, und zwar dadurch nach Eckhard, daß diese Stoffe dem Nervenröhren-Inhalt schnell Wasser entziehen, weil letzteres große Verwandtschaft zu diesen Stoffen hat. Es entsteht also eine endosmotische Strömung, durch welche das Wasser des Nervenröhren-Inhalts in die äußere Salz- oder Zuckerlösung übertritt. Eckhard beobachtete auch Zuckungen, wenn er Nerven schnell Wasser entzog, indem er sie entweder unter die Luftpumpe brachte, oder sie mit stark wasserziehenden Substanzen in Pulverform bestreute.

Auf solche Weise bewirken nun die genannten Stoffe Nervenerregung, und die Wirkungsweise dieser Stoffe ist also, wie wir gesehen, eine sehr verschiedene, indem einige durch Coagulation der Albuminate, andere durch Verseifung der Fette, und wieder andere durch Entziehung von Wasser störend auf das normale Verhalten des Nervenröhren-Inhalts wirken und so eine Zersetzung dieses Inhaltes hervorrufen.

Die mechanische Reizung der Nerven hat ihren Grund in einer schnellen Zerstörung der vom Reiz getroffenen Nervenstelle, so bei Quetschungen, Kneipen, Schneiden, während die thermische Reizung, die Reizung durch Wärme und Kälte, von einer Zersetzung des

Nervenröhren-Inhaltes herzurühren scheint, da nämlich durch zu große Hitze die Albuminate coaguliren, durch zu große Kälte das Wasser des Nervenröhren-Inhaltes gefriert. Die nächste Ursache der Erregung ist in beiden Fällen der momentane Tod des Nerven.

Bezüglich der Schnelligkeit des Aufhörens der Nervenerregbarkeit durch verschiedene Temperaturen ergab sich nach den Versuchen von Eckhard, daß man in einem Wasser von einer Temperatur von 0° bis zu 20° keine große Verschiedenheit bemerkt in Beziehung auf die Schnelligkeit des Absterbens, da ein Nerv in einem Wasser von dieser Temperatur oft noch eine halbe Stunde lang und darüber erregbar bleibt. Dagegen erfolgt das Absterben des Nerven in einem Wasser mit einer Temperatur von mehr als + 30° verhältnißmäßig viel schneller; in einem Wasser von + 40° erlischt die Erregbarkeit schon nach wenigen Minuten, während sie in einem Wasser von + 55—60° momentan erlischt, so daß hiedurch auch Muskelerregung hervorgerufen wird. Bei einer Temperatur unter Null erfolgt das Absterben der Nervenerregbarkeit viel schneller, so daß schon bei einer Temperatur von — 4° der momentane Tod *eintritt*.

Daß mechanische Beleidigungen die Nervenerregbarkeit herabsetzen, indem sie die Structur der Nerven mehr oder weniger zerstören, sehen wir schon an dem sogenannten Einschlafen der Extremitäten durch anhaltenden Druck auf deren Nerven, wobei übrigens nach Entfernung der Ursache die Erregbarkeit durch Ernährung bald wieder hergestellt wird.

Trotz der wichtigen Entdeckungen du Bois und anderer Forscher sind wir übrigens im gegenwärtigen Augenblicke durchaus nicht im Stande, das Wesen der Nervenerregung vollständig zu erklären. Der Umstand, daß die Nervensubstanz überhaupt ein sehr schlechter Electricitäts-Leiter und die Nervenscheide kein Isolator ist und durch Unterbindung die Erregungsleitung unterbrochen wird, beweist hinlänglich, daß der physiologische Vorgang im Nerven nicht in einer einfachen Electricitätsleitung besteht.

Wie uns du Bois gezeigt, besteht der Nerv aus einer Scheide und einem flüssigen Inhalt, welch' letzterer aus unzähligen, mit electrischen Gegensätzen behafteten Moleculen zusammengesetzt ist, welche in einer leitenden Flüssigkeit suspendirt sind. Diese electromotorische Wirksamkeit besteht so lange, als die Mischung des Nervenröhren-

Inhaltes durch das Blut in normaler Mischung erhalten wird; durch jede Abweichung von der Norm dieser Flüssigkeit werden auch die electrischen Gegensätze aufgehoben, wodurch nothwendig die electromotorische Wirksamkeit aufhört.

Wie wir ferner gesehen, befinden sich diese Molecule in positiv peripolarer Anordnung in der Nervenröhre, so lange der Nerv von keinem Reiz erregt wird. Ebenso haben wir gesehen, daß äußere Reize eine Anzahl dieser Molecule in Bewegung setzen, und daß diese Bewegung der einzelnen Molecule, welche primär bewegt werden, auch auf die benachbarten sich fortpflanzt, welche Fortpflanzung auf der Anziehung ungleichnamiger und der Abstoßung gleichnamiger Electricitäten beruht, und dieses wäre dann der electrotonische Zustand eines Nerven. Daß der electrische Strom diese zuerst positiv-peripolar geordneten Molecule dipolar nach dem Bilde der Säule ordnet, wissen wir ebenfalls; diese Anordnung erfolgt zunächst nur zwischen den Electroden, wodurch aber nach dem Gesetz der Anziehung und Abstoßung auch die außerhalb der Electroden liegenden Molecule gedreht und so alle säulenartig geordnet werden. Beim Oeffnen der Kette kehren nun zuerst die zwischen den Electroden befindlichen dipolar geordneten Molecule in die peripolare Anordnung zurück, und dann auch die außerhalb der Electroden gelegenen, weil durch die Umdrehung der erstern die letztern dem Einfluß dieser entzogen werden. So lange die Molecule ruhen, gleichviel in welcher Anordnung, ob in peripolarer oder in dipolarer, findet bekanntlich keine Erregung, keine Muskelzuckung statt, dieselbe erfolgt nur beim Schluß und bei der Eröffnung der Kette, also im Augenblicke der Drehung der Molecule am Anfang und Schluß des Electrotonus. Die säulenartige Anordnung im Electrotonus ist aber, wie wir gesehen, keine so vollständige, daß sich alle Molecule gerade um 180° drehen, sondern die einen mehr, die andern weniger, und diese mehr oder weniger vollständige Drehung hängt vorzugsweise von der Dichtigkeit des erregenden Stromes ab, so daß also jede plötzliche Dichtigkeitsveränderung des Stroms auch eine weitere Drehung der Molecule veranlassen und durch diese Drehung auch eine Muskelzuckung hervorrufen muß. Da übrigens diese schnelle und weiter sich ausdehnende Drehung der Molecule hauptsächlich von der plötzlichen Veränderung der Stromsdicke abhängt, so muß auch bei Eröffnen der Kette, wo die Stromsdicke plötzlich von einer gewissen

Höhe auf Null herab sinkt, eine Muskelzuckung erfolgen. Um also einen Muskel zu tetanisiren, d. h. um ihn in einer scheinbar ununterbrochenen Contraction zu erhalten, müssen wir Schluß und Oeffnen der Kette schnell auf einander folgen lassen, weil nur dadurch Bewegung der Molecule erfolgt, woraus auf's Klarste hervorgeht, daß der fortgepflanzte Erregungszustand in der fortgepflanzten Bewegung der electromotorischen Molecule besteht, und der electrische Reiz den Nerven nur dadurch erregt, daß er dessen Molecule in eine bestimmte Bewegung setzt.

Wie wir ferner wissen, hat Eckhard die Entdeckung gemacht, daß ein von einem constanten electrischen Strom durchlaufener Nerv von keinem andern Reiz, sei er ein electrischer, chemischer oder mechanischer, in Thätigkeit versetzt werden kann, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil dieser Strom die Nervenmolecule schon mehr oder weniger in dipolarer Anordnung erhält, wodurch der Erregungszustand gebildet wird und also während des Stroms durch andere Reize nicht mehr hervorgerufen wird, weil er schon da ist, woraus hervorgeht, daß diese electrischen Molecule wenigstens im Augenblick der Einwirkung sich auf jeden Reiz gleich verhalten, da zu dem außer den electrischen Reizen auch noch andere, wie chemische und mechanische, auf einen Nerven applicirt, dieselbe negative Schwankung an der Multiplicatornadel hervor rufen.

Was die Art und Weise betrifft, wie die nicht electrischen Reize die sich fortpflanzende Bewegung der Molecule erzeugen, da sie doch nur durch locale Tödtung wirken, glaubt Funke, dieselbe dahin erklären zu können, daß im Momente der Einwirkung dieser Reize auf irgend eine Weise eine sich fortpflanzende Drehung der Molecule erzeugt wird, aus welcher sie jedoch trotz des Fehlens der getödteten Molecule momentan in die ursprünglich peripolare Anordnung zurückkehren.

Die Art übrigens, wie diese fortgepflanzte Bewegung der electromotorischen Molecule der Nerven die physiologische Wirkung der Bewegung, Empfindung und der Absonderung erzeugt, ist vorderhand für uns noch Geheimniß. Zunächst scheint es allerdings, als sei der electrotonische Zustand (die säulenartige Polarisation) des Nerven auch der Vermittler der physiologischen Functionen der Bewegung und Empfindung; denn die Intensität des Electrotonus wie die der physiologischen Function stehen mit der Länge des erregten Nerven und der Stärke des erregenden Stroms in geradem

Verhältnisse, und beide werden durch Unterbindung und Durchschneidung des Nerven in ihrer Fortpflanzung gehindert. Trotzdem aber ist, wie wir sehen werden, der electrotonische Zustand im Nerven nicht derjenige, welcher die physiologischen Vorgänge der Empfindung und Bewegung vermittelt. Der thätige Zustand eines motorischen Nerven kommt, wie wir wissen, in dem mit dem Nerven verbundenen Muskel als Contraction zur Erscheinung, und diese Contraction beginnt, sobald der im Nerven die Bewegung vermittelnde Vorgang beginnt, und dauert nur so lange, als dieser Vorgang dauert, so daß also beide miteinander beginnen und miteinander aufhören. Nun wissen wir, daß wenn wir durch einen mit einem Muskel verbundenen Nerven einen constanten electrischen Strom von gleicher Stärke und Richtung leiten, der electrotonische Zustand so lange dauert, als die Kette geschlossen ist; ebenso weiß aber auch jeder Arzt, der die Electricität nur einmal anwandte, daß die Zuckung im Muskel nur beim Schluß und der Oeffnung der Kette eintritt, während der Muskel in der Zwischenzeit, so lange der electrotonische Zustand fortdauert, sich ganz ruhig verhält und nur am Anfang und am Ende, also im Momente der Drehung der Molecule aus dem peripolaren in den dipolaren Zustand und umgekehrt, zuckt; weil also während der ganzen übrigen Dauer des electrotonischen Zustandes der Muskel vollkommen ruhig bleibt, so kann unter keinen Umständen der Electrotonus die Bewegung vermitteln.

Nach du Bois werden ferner bei unterbrochenem Strom an der Magnetnadel Erscheinungen beobachtet, welche verschieden sind von denen, welche bei continuirlichem Strome auftreten; auch bei dem unterbrochenen Strom kommen nach du Bois die Wirkungen des Electrotonus an der Magnetnadel zur Erscheinung, neben diesem aber zeigt sich noch eine zweite Veränderung des ursprünglichen Stromes, welche dem Thätigkeitszustand des Nerven angehört. Wird nämlich ein Nerv durch einen gleichgerichteten, aber unterbrochenen Strom, dessen Unterbrechungen von kurzer Dauer sind, und also schnell aufeinander folgen, in den Erregungszustand versetzt, so zeigt die Magnetnadel eine Ablenkung, die der positiven oder negativen Phase entspricht; während nun bei ununterbrochenem Strom der positive Zuwachs beträchtlicher erscheint, als der negative, tritt bei dem unterbrochenen, gleichgerichteten Strom das Gegentheil ein, der positive Zuwachs erscheint nämlich viel kleiner als der negative,

oder der positive fällt ganz aus und statt dessen tritt sogar der negative ein. Die Erklärung dieses negativen Zuwachses erlangen wir nach Funke am einfachsten durch die Annahme, daß im tetanisirten Nerven (das heißt dem durch einen fortwährend unterbrochenen, aber schnell aufeinander folgenden Strom gereizten Nerven) eine negative Schwankung des ursprünglichen Stromes eintritt, welche zum negativen Zuwachs addirt, diesen verstärken, vom positiven dagegen abgezogen, diesen schwächen muß, und wirklich haben Versuche in dieser Beziehung, wodurch jene negative Schwankung des Nervenstroms im thätigen Nerven für sich zur Erscheinung gebracht wurde, gezeigt, daß beim Tetanisiren des Nerven mit abwechselnd gerichteten Schlägen ein nicht unbedeutender Rückschwung und negativer Ausschlag der Magnetnadel eintritt. Da nun, wie wir zum Theil oben gesehen, der electrotonische Strom das Gegentheil bewirkt, so kann dieser Rückschwung, ganz unabhängig vom electrotonischen Zustand, nur die Folge des Tetanisirens sein, so daß man nach Funke diesen Nervenstrom als den electrischen Ausdruck des Empfindung und Bewegung vermittelnden Vorganges ansehen muß.

Der nun gelieferte Beweis, daß diese bei dem auf electrischem Weg tetanisirten Nerv zur Erscheinung kommende negative Stromschwankung vom electrotonischen Zustande ganz unabhängig ist, gäbe noch keine Bürgschaft dafür, daß dieses eine constante, charakteristische Erscheinung am thätigen Nerven überhaupt ist, sondern vielleicht von der electrischen Einwirkung selbst mehr oder weniger abhängig, wenn uns nicht du Bois die Unabhängigkeit dieser Erscheinung von der Art des die Thätigkeit des Nerven hervorrufenden Mittels bewiesen und dadurch gezeigt hätte, daß sie wirklich eine charakteristische Erscheinung des Nerven selbst ist, indem er durch verschiedene, nicht electrische Mittel, sondern chemische, mechanische u. dgl. den Nerven so reizte, daß er die mit ihm verbundenen Muskeln in ununterbrochener Contraction erhielt, und wobei jedesmal die negative Stromschwankung eintrat, so daß wir also bestimmt annehmen können, daß diese Schwankung sowohl von der Art des einwirkenden Mittels als auch vom Electrotonus unabhängig und demnach eine constante charakteristische Erscheinung am thätigen Nerven selbst ist.

Nur auf die Größe der negativen Schwankung des Nervenstromes hat nach du Bois Versuchen die Art des die Nerventhätigkeit erregenden Mittels einen Einfluß, indem der wirksamste Erreger der

Nerven, nämlich der unterbrochene electrische Strom, auch die größte negative Schwankung erzeugt; diese Größe ist übrigens außerdem noch abhängig von der Stärke des ursprünglichen Stroms und der Länge des zwischen dem Electroden befindlichen Nervenstückes. Je größer also die Leistungsfähigkeit des Nerven und je stärker der ursprüngliche Strom, um so größer ist auch die negative Schwankung, sowie auch eine Verlängerung des zwischen den Electroden befindlichen Nervenstückes die Größe der Stromschwankung erhöht, so daß, wie wir oben gesehen, dieselben Verhältnisse, welche die Größe des electrotonischen Zuwachses vermehren, auch die Größe der negativen Schwankung des Nervenstroms erhöhen.

Die Frage über die Schnelligkeit der Fortpflanzung der Erregung in den Nerven hat Helmholtz auf eine sehr sinnreiche Weise berechnet und dabei gefunden, daß diese Schnelligkeit bei höhern Temperaturen viel größer ist, als bei niederern, so zwar, daß in einem auf Eis aufliegenden Nerven die Schnelligkeit der Fortpflanzung um das Zehnfache vermindert war. Aus diesem Grunde ist auch die Fortpflanzungsgeschwindigkeit in dem Nerven eines lebenden Menschen eine viel größere, als in dem Nerven des Frosches, da sie nach Helmholtz in denen des erstern 61,5 Meter in einer Secunde, in dem Froschnerven dagegen nur 26,4 Meter in derselben Zeit beträgt.

Was die isolirte Leitung der einzelnen Nervenröhrchen betrifft, so scheint diese geradezu unmöglich, wenn man unter dem Mikroskop die unzähligen Massen der feinsten Nervenröhrchen in den Centralorganen unmittelbar von einander gereiht sieht, ohne daß dieselben durch eine Zwischensubstanz getrennt werden, sowie in jedem Nervenaste eine Menge solcher Röhrchen unmittelbar aneinander liegen. Diese isolirte Leitung ist aber dennoch erwiesen, und J. Müller hat gezeigt, daß bei Reizung eines Zweiges nur die von diesem Zweig versorgten Muskeln zucken, während diejenigen sich ruhig verhalten, deren Nerven oberhalb der gereizten Stelle vom Stamme abgehen; ebenso zucken bei Reizung einzelner Abtheilungen der Fasern eines Nervenstammes nur einzelne Muskeln, obgleich die gereizten Fasern in demselben Stamme unmittelbar an den andern liegen. Nur der electrische Strom macht hievon eine Ausnahme, was du Bois paradoxe Zuckung nennt. Erregt man nämlich den Nervus ischiadicus eines Frosches durch einen constanten Strom unterhalb

der Trennungsstelle in den **Ramus tibialis** und **peronaeus**, so zucken nicht nur die vom erregten Äste versorgten Muskeln, sondern auch diejenigen, welche vom nicht erregten versorgt werden, weil nämlich nach du Bois durch den electrotonischen Zuwachs in dem erregten Ast der diesem anliegenden nicht erregte auch gereizt wird. Reizt man mit einer Nadelspitze irgend eine Stelle der Haut, so empfindet man nur diesen so beschränkten Eindruck, was nicht möglich wäre, wenn die so einzeln erregte Faser ihren Erregungszustand den neben ihr im Stamm verlaufenden sensiblen Fasern mittheilen würde. Jede einzelne Nervenfaser leitet also die Erregung ganz isolirt fort. Daß endlich die Nervenscheide nicht im Stande ist, die Erregung fortzuleiten, beweist nach Funke einfach der Umstand, daß durch Unterbindung eines Nerven, wodurch der Nervenröhren-Inhalt nach oben und unten zurückgedrängt und so die leere Scheide unmittelbar aneinander gepreßt wird, die Fortpflanzung der Erregung aufgehoben wird.

Weil wir den mit einer Nadel auf einer Stelle der äußern Haut angebrachten Reiz ganz isolirt empfinden, so muß nothwendig die so isolirt gereizte Nervenfaser diese Erregung ebenso isolirt bis in's Centralorgan der Empfindung, nämlich in das Gehirn leiten, obgleich die in den Centralorganen befindlichen Faserzellen in inniger Berührung sich befinden, und der Umstand, daß in den Centralorganen die Erregung einer Faser oft auf eine größere Anzahl von andern Fasern übertragen wird, ist aus den früher beschriebenen multipolaren Ganglienzellen, deren Existenz, wie ich gezeigt, anatomisch nachgewiesen ist, leicht und ungezwungen zu erklären, indem die Fortsätze dieser Ganglienzellen die Communication zwischen größern und kleinern Nervengruppen vermitteln, wodurch also die isolirt zum Gehirn gelangende Erregung leicht auf mehrere Nerven übertragen wird. Auf jeden Fall ist diese Annahme, abgesehen davon, daß sie sich auf eine anatomisch nachgewiesene Thatsache gründet, viel einfacher und ungezwungener, als die von einigen Physiologen hervorgehobene Annahme einer Querleitung, nämlich einer Fortpflanzung der Erregung durch die Nervenscheiden.

Bezüglich der früher so manchen Streit erregenden Ansicht, ob nämlich die Fortpflanzung der Erregung in den motorischen Nerven nur centrifugal, in den sensiblen Nerven dagegen nur centripetal erfolge, haben wieder die Untersuchungen von du Bois an den Wur-

zeln der Rückenmarksnerven den Beweis geliefert, daß die Erregung sowohl in den vordern motorischen als in den hintern sensiblen Wurzeln nach beiden Richtungen hin sich fortpflanzt.

Wirkung der motorischen Nerven.

Wie wir wissen, steht das Nervensystem im thierischen Organismus beinahe mit allen Geweben und Organen in Verbindung, und gerade diese mannigfaltigen Verbindungen sind es, welche allein den physiologischen Werth des Nervenapparates bedingen, so daß ohne dieselben dasselbe so ziemlich nutzlos wäre. So bewirkt der bloße Sehnerven ohne das Auge kein Licht, und das stärkste Licht ist nicht im Stande, den bloßen Sehnerven zu erregen, so wenig die Schallwellen im Stande sind, auf den bloßen Gehörnerven erregend einzuwirken. Sehr richtig sagt daher Funke, daß es keine motorischen und keine sensiblen Nerven im eigentlichen Sinne gebe, denn die motorische Faser wird nur dadurch motorisch, daß ihr Ende mit einem Muskel verwachsen, und eine sensible nur dadurch sensibel, daß sie in den Centralorganen mit solchen Apparaten in Verbindung steht, in denen ihr Erregungszustand den Vorgang der Empfindung veranlaßt.

Die Vermittler der activen Bewegungserscheinungen thierischer Gebilde sind die Muskeln, von denen man zwei Arten unterscheidet, nämlich quergestreifte Muskelfasern und glatte Muskelfasern oder contractile Faserzellen, welche aber nur in ihrem Bau, nicht aber in ihren wesentlichen chemischen Bestandtheilen, wie Lehmann nachwies, verschieden sind. Beide Muskelarten enthalten nämlich ein und denselben Eiweißkörper, das Muskelfibrin (Syntonie), welches in den quergestreiften den Inhalt der Primitivbündel, in den glatten die Zellensubstanz um die Kerne bildet, weil bei dieser Hülle und Inhalt nicht getrennt erscheinen. Wie alle Eiweißkörper, so ist auch dieses noch nicht gehörig untersucht, nur so viel geht aus den Analysen von Lehmann hervor, daß es nicht identisch ist mit dem Blutfibrin, wie man früher glaubte.

Die quergestreiften Muskelfasern, welche nach Kölliker einen Durchmesser von 0,005 — 0,003''' haben, zeichnen sich durch ober-

flächliche parallele Querlinien aus und die Fasern dieser Muskeln bestehen aus einer membranösen Hülle und einem Inhalt. Die structurlose Scheide ist glatt und an ihrer innern Fläche mit Kernen besetzt, während der festweiche Inhalt aus einem Bündel quergestreifter Längenfäserchen (Primitivfibrillen) besteht, welche parallel neben einander liegen und ihre Querstreifung einigen, in kleinen, regelmäßigen Zwischenräumen an denselben sich befindlichen Varicositäten zu verdanken haben, während die Querstreifen der Fasern nach Kölliker von den auf gleicher Höhe liegenden Querstreifen der Fibrillen herrühren.

Nach Müller und Schwann sind die Muskeln mit varicösem Bau der Primitivfasern und Querstreifen der Primitivbündel die mehr rothen, der willkürlichen und unwillkürlichen Bewegung angehörigen Muskeln; von den willkürlichen Muskeln gehören hieher alle, bis auf die der Harnblase, von den unwillkürlichen gehört nur das Herz hieher, dessen Fasern übrigens keine so deutliche Querstreifen zeigen, wie die der übrigen quergestreiften Muskeln; die Primitivfasern haben regelmäßige rosenkranzartige Anschwellungen, welche etwas dunkler sind, als die ganz kurzen dazwischen liegenden Einschnürungen, und die Primitivbündel zeigen immer dicht hinter einander folgende Querstreifen, welche durchaus parallel, in der Regel gerade und nur selten ein wenig gebogen sind.

Nach Henle zeigen die isolirten Primitivbündel der quergestreiften Muskeln unter dem Mikroskope entweder einen graden oder gekräuselten, selten spiralförmig gewundenen Verlauf, die einzelnen Biegungen der gekräuselten Fasern sind zickzackförmig und die Winkel der Zickzackbiegung sind mehr oder weniger spitzig, die Länge einer Linie zwischen beiden Schenkeln einer solchen Biegung beträgt 0,009 — 0,016‴, die Länge eines Schenkels durchschnittlich 0,0047‴. Die Breite der Primitivbündel wechselt von 0,002 — 0,0176‴, die kleinsten davon sind mehr cylindrisch, die größern mehr glatt. Oft ist die Oberfläche eines Primitivbündels mit einzelnen mehr oder weniger zahlreichen Zellenkernen besetzt, die durch Behandlung mit Essigsäure deutlich werden, von welchen Henle glaubt, daß sie der Hülle und nicht den Primitivfasern angehören. Die Streifen der Bündel, welche sowohl quer als longitudinal über dieselben laufen, zeichnen diese Muskelfasern vor den andern aus, und diese Streifen fehlen in den vollkommen ausgebildeten Muskeln nie, und nur das Ver-

hältniß der Längenstreifung zu der Querstreifung wechselt; auch nach Henle ist die Streifung an den Herzmuskelfasern weniger deutlich, besonders an den an der innern und äußern Oberfläche liegenden; diese Bündel sind nur einfach schwachkörnig, dabei aber wellenförmig gekräuselt. Dagegen aber kommen im Herzen und zuweilen auch in andern Muskeln Bündel vor, die einen mehr feinkörnigen Inhalt zu haben scheinen, dessen Körner aber nicht in bestimmten Linien geordnet sind. Durch Maceration und gelinden Druck zerfallen die Bündel der Länge nach in Primitivfasern von 0,0006''' Breite; diese haben an der Seite des Schattens dicke, dunkle Conturen, welche wellenförmig gebogen sind. Wo nur wenige Fasern zusammen liegen, sieht man, daß die dunkeln Pünktchen, aus welchen die Querstriche zusammengesetzt sind, jedesmal an der Grenze je zweier Fasern gebildet werden, und zwar durch die breitern dunkeln Stellen der Ränder. Nach Henle kommen ferner auch Primitivbündel vor, an welchen die Längsstreifen ganz unmerklich angedeutet sind, die Querstreifen dagegen auffallend deutlich und ihre Entfernungen von einander sind dann noch so weit als bei den übrigen. Diese Art von Streifen scheint auf die Oberfläche des Bündels beschränkt und am Rande des Bündels entsprechen den dunkeln Streifen mehr oder weniger tiefe Einschnürungen.

Schwann sucht das Entstehen der Querstreifen in dem Aneinanderlegen der dunklen Anschwellungen der Primitivfasern und führt als Beweise hiefür folgende Punkte an: 1) Ihre Entfernung stimmt vollkommen mit einander überein. 2) Zuweilen trennen sich am Ende eines macerirten Muskelbündels die Primitivfasern in der Breite von einander, ohne sich in die Länge zu verrücken, und an diesem ausgebreiteten Stück sieht man dann Querstreifen, welche ebenso weit von einander entfernt sind, wie die Querstreifen des übrigen Bündels, aber von dunklen Punkten gebildet werden, die nicht mehr zusammen hängen und sich einzeln deutlich unterscheiden lassen. 3) Wenn sich die Primitivfasern der Länge nach verrücken, so erscheint die Faser nicht quergestreift, sondern punktirt, weil die Reihe der dunklen Punkte in der Quere unterbrochen ist.

Nach der Ansicht der Gebrüder Weber rühren diese Querstreifen von einer Faltung des Sarcolems her und den Inhalt bilden glatte Fasern ohne Querstreifen.

Nach Bowmann bestehen die Muskelfasern aus queren Scheiben,

die wie in einer galvanischen Säule übereinander liegen, und jede Scheibe besteht nach ihm aus einer Schicht rundlicher Primitivpartikelchen, welche in den verbundenen Scheiben in einer Längenrichtung hinter einander liegen, so daß sie perlschnurartige Reihen bilden. Auch Funke glaubt an eine Scheibenbildung, er schreibt nämlich auch der Hülle einen Antheil an der Querstreifung zu und glaubt, daß sie diese Querstreifung sogar primär zeige, indem er diese Querstreifung für die äußere Erscheinung einer erst nach dem Tode eintretenden Querspaltung des Inhalts ansieht, welche von der Hülle ausgeht, in die Tiefe fortschreitet und mit Scheibenbildung endet, wie auch wirklich die Untersuchungen zeigen, daß eine Faser um so leichter in Scheiben zerfällt, je hervorragender ihre Querstreifen sind. Die Thatsache, daß der aus der Scheide hervorragende Inhalt oft ganz structurlos ist, bestimmt nämlich Funke zu der Ansicht, daß der Inhalt der Muskelröhre, analog dem Inhalt der Nervenröhre, ein homogenes Fluidum sei, welches oft in verschiedene Richtungen zerfällt, nämlich entweder in Längsrichtung (Fibrillenbildung) oder in Querrichtung (Scheibenbildung), je nach den äußern Umständen. Der gegenwärtige Streit darüber, ob man eine Präexistenz der Fibrillen, oder einen ursprünglich flüssigen Zustand des Inhalts der lebenden Faser annehmen könne, ist allerdings noch nicht entschieden, weil auf der einen Seite der flüssige Zustand des Inhalts der lebenden Faser noch nicht dargethan ist, auf der andern Seite aber auch nach Funke der von Kölliker hervorgehobene Umstand, daß man bei ganz frischen Muskeln häufig schon Fibrillen findet, für die Präexistenz derselben nicht beweisend ist, weil sich diese Fibrillen auch im Augenblick der Präparation bilden können.

Bowmann und Kölliker bildeten die Punkte und Ringelchen auf Querschnitten von Muskelbündeln ab, die sie für Durchschnitte von Primitivfasern halten, was Leydig läugnet, indem er behauptet, sie seien etwas ganz anderes, als die Durchschnitte von Primitivfasern, wogegen Kölliker, Welcker und Henle behaupten, daß Leydig die Pünktchen, die sie für Fibrillendurchschnitte hielten, ganz übersehen habe. Welcker beschreibt sie aus den Querschnitten getrockneter und wieder aufgeweichter Froschmuskeln auf folgende Weise: Innerhalb der durch das Sarcolem gebildeten Umrahmung jedes Primitivbündels sehe man eine Anzahl (feiner) 0,0008 — 0,0010 Mm. breiter Pünktchen, die, wie man beim Senken des Tubus erkenne, einer in

die Tiefe gehenden, steifigen Bildung angehören. Ihr oberes Ende erscheine noch bei 600facher Vergrößerung niemals als Ringelchen, wohl aber bei mittlerer Einstellung auf die Oberfläche des Durchschnittes als ein kleiner dunkler Fleck, welcher beim Erheben des Tubus licht aufblitze, also solid und keine Oeffnung sei. Auf einer Fläche von 0,0025 □ Mm. des Querschnittes zählt Welcker 225—275 Fibrillendurchschnitte und 3—5 Durchschnitte gezacktrandiger Körper. Muskeln, welche Welcker vor dem Trocknen in rothe Tinte hing, schrumpften beim Trocknen wenig ein und in denselben sind die Muskelkörperchen oval, von einer schwachbrechenden, durch die Tinte blaß rosa gefärbten Masse erfüllt, innerhalb welcher sich meist ein bläulichweiß gefärbtes, granulirtes, kernartiges Gebilde vorfindet, welches Henle eher für ein Gerinnsel als für einen Kern zu halten geneigt ist.

Kölliker und Henle beobachteten feine Körnchen, welche neben den Primitivfasern im Sarcolem der Muskelfasern eingeschlossen sind, welche Kölliker als einen normalen Bestandtheil der Muskeln betrachtet, während Henle diese Körner nur oft gesehen haben will. Diese Körner, welche man nach Kölliker in den Frosch- und Fischmuskeln regelmäßig und deutlich sieht, sind bei Säugethieren und beim Menschen sehr zart und blaß und nach Kölliker nur dann gut zu erkennen, wenn sie fettig entartet sind; da er der Ansicht ist, daß die bekannten Fettkörnchenreihen, welche in Muskelbündeln so häufig vorkommen, aus einer Metamorphose jener blassen Körner hervorgehen. Diese gleichmäßige reihenförmige Anordnung scheint aber Henle kein genügender Beweis dafür, da diese nur von der Form der Zwischenräume abhängt, in welche die Ablagerung erfolgt, über die Natur der Körner aber keinen Aufschluß gibt, da zudem diese Körner in undeutlich faserigen Muskelbündeln, nicht in bestimmten Linien geordnet sind.

Ueber die chemischen Eigenschaften der Körner von den Froschmuskeln sagt Kölliker, daß sie in einer Kalilösung von 20 % auf kurze Zeit sehr deutlich werden, während die Muskelfasern darin schnell erblassen; nach 1—2 Stunden sind die Muskelstücke weicher, aber nicht gequollen, die Kerne schön blasig und die Körnerzüge in der Regel vollkommen deutlich. Beim Zusetzen von Wasser erblassen die Fasern, quellen auf und entleeren die contractile Substanz als feinkörnigen **Detritus**, während die Kerne und Körnerzüge sich

erhalten. Eine Kalilösung von $1/2$—$1\,\%$ zeigt nach zwei Stunden ausgezeichnet schöne Körnerzüge, dagegen sind die Quer- und Längsstreifen der contractilen Substanz und der Kerne verschwunden. Kocht man Muskeln in Kalilösungen von $5 - 10\,\%$, so sind die Fasern schon nach einer Minute in Auflösung begriffen, später lösen sich auch die Körner und die Kerne. In kochender Essigsäure schwinden die Körner, welche der kalten Essigsäure widerstehen, noch bevor die contractile Substanz sich löst. In Wasser, Alcohol und Aether lösen sich die feinern Körner auch bei längerm Kochen nicht; die Reihen von Fettkörnchen aber verschwinden in kochendem Aether.

Rollet fand, daß in vielen Muskeln des Menschen und verschiedener Thiere, und zwar sowohl im jugendlichen als im erwachsenen Alter, einzelne Primitivbündel zugespitzt enden, ohne die Sehne zu erreichen. Diese spitzig zulaufenden Muskeln unterscheiden sich in nichts von den übrigen, die Querstreifen lassen sich unverändert an Abstand und Breite bis an die äußerste Spitze verfolgen, die Fibrillen vermindern sich mit zunehmender Verschmälerung, das Sarcolemma sieht man, besonders auf Einwirkung von Essigsäure, in Form eines hellen Saumes den spitzig zulaufenden Muskelfaden conturiren, sowie man dessen blinde sackförmige Abschließung an der feinen Spitze auf diese Weise erkennt. Die Kerne sind um so weiter auseinander gerückt, je näher sie dem spitzigen Ende des Fadens sind. Ob es Muskelbündel mit zwei spitzigen Enden gibt, konnte nicht entschieden werden, da die Isolirung derselben in ihrer ganzen Länge nicht gelang. Das spitzige Ende war bald gegen die eine, bald gegen die andere Insertion des Muskels gerichtet. Beim Frosch sah Rollet Muskelfäden an dem einen Ende spitzig, an dem andern stumpf abgerundet enden.

Wie wir also wissen, werden mehrere aus einer Scheide und einer unbestimmten Anzahl von Fibrillen bestehende Muskelfasern durch Zellgewebe aneinander geheftet, mit einer gemeinschaftlichen, feinen, röhrenförmigen Hülle umgeben und bilden so ein Muskelbündel, welche kleinere Bündel sich wieder zu einem größern, mit einer Zellscheibe umgebenen Bündel vereinigen, welche dann, durch Zellgewebe verbunden, zuletzt den ganzen Muskel bilden, welcher ebenfalls, wie seine einzelnen Fasern und Bündel, von einer zelligen, mehr oder minder fibrösen Hülle umgeben ist, und die Scheide des ganzen Muskels hängt also mit allen denen der einzelnen Fasern und

Bündel zusammen, so daß sie nach Innen gleichsam Fortsätze macht, welche die größern Bündel überziehen und die sich dann ebenfalls wieder nach ihrem Innern zu fortsetzen, um die kleinern Bündel zu bekleiden, bis jede einzelne Faser überzogen ist. Das Myolemma, in welchem sich Gefäße und Nerven des Muskels verbreiten, bildet also ein System von ineinander geschobenen größern und kleinern Röhren.

Auch bei der Entstehung des animalen Muskelgewebes ist nach Robin das Myolemma der Primitivbündel das erste, was entsteht, und welches sich für jedes Bündel aus Einem, und successiv aus mehreren Kernen entwickelt; die Kerne sind etwa doppelt so lang, als die Kerne der Embryonalzellen und um so viel breiter, als diese; sie scheinen selbstständig zu entstehen, also nicht aus den Embryonalkernen, sind scharf conturirt und körnig. An den Spitzen lagert sich eine homogene blasse Substanz ab in Form feiner Fäden; es entstehen feine, spindelförmige Körper mit einer dem Kern entsprechenden Anschwellung, die sich verlängern und mit der Spitze verschmelzen. Bald rücken die Kerne auseinander, woraus auf ein Längenwachsthum der zwischen demselben gelegenen Substanz zu schließen ist. Das blasse, schmale, von Strecke zu Strecke mit einem Kern versehene Myolemma wird nur allmählich körnig und enthält bei Embryonen von 18—20 Mm. Länge fettige, gelbliche Granulationen von 0,001—0,002 Mm. Durchmesser. Bald nach dieser Erscheinung werden die Bänder (Myolemma) hohl und erzeugen in ihrer Höhlung die contractilen Fibrillen. Bei Embryonen von 22—26 Mm. Länge sieht man Bündel von 0,003—0,006‴ Breite, die stellenweis etwas dunkler und beim Zerreißen faserig sind; in ihrem Innern zeigt sich eine längsgestreifte Substanz mit dunkeln, in Querreihen geordneten Pünktchen. Von da an nimmt das Bündel schnell an Dicke zu und die Kerne, welche an der Scheide haften bleiben, veranlassen keine Anschwellung mehr; bald aber, bei Embryonen von 35—40 Mm. Länge und bei einer Breite der Muskelbündel von 0,006—0,008‴ erzeugen sich zwischen den Fibrillen neue, verlängerte Kerne in größerer oder geringerer Entfernung von einander, welche bei Bündeln von mehr als 0,01 Mm. zum Theil quer stehen. Fast immer gleichzeitig mit diesen Kernen tritt in den Zwischenräumen derselben eine dunkle, körnige Masse in reichlicher Menge auf, welche die Unterscheidung der Fasern in dieser Epoche

schwieriger macht, als vor- und nachher. Dieses scheint das Blastem zu sein, aus dem sich die Fibrillen schnell vermehren. Waren nämlich diese Letztern bisher einzeln und zerstreut, so werden sie bald zahlreich und gedrängt; zuerst häufen sie sich an der innern Oberfläche der Scheide zu einer gleichmäßigen Lage, während in der Achse des Bündels noch amorphe Masse liegt, welche mit den Kernen eine Art von centralem, sich immer mehr verdünnenden Cylinder bildet. Wie die Bündel wachsen, so nehmen dabei die Kerne relativ an Zahl ab, scheinen aber theilweise auch wirklich resorbirt zu werden; die Kerne der Scheiden dagegen vermehren sich, und sind offenbar beim Erwachsenen zahlreicher, doch zeigen sich hierin Verschiedenheiten je nach den Individuen und den einzelnen Bündeln.

Die ersten Spuren des animalischen Muskelgewebes findet man nach Robin bei menschlichen Embryonen von 6—7 Mm. Länge, und zwar längs der Wirbelsäule, dann der Reihe nach an den Brust- und Bauchwänden, am Hals und zuletzt an den Extremitäten. Später sieht man in derselben Gegend, besonders an der Oberfläche der Muskeln, die Elemente in allen Stadien der Entwicklung; vom dritten Monat an aber sind die ausgebildeten Bündel an Zahl schon so überwiegend, daß man unreife nur mit Mühe auffinden kann.

Nach Robin ist übrigens die Entstehung der Muskelfasern des Herzens eine wesentlich andere, indem sich hier das Myolemma nicht zuerst, sondern zuletzt bildet. Bei 4—5 Mm. langen Embryonen treten zwischen den Embryonalzellen, aus welchen die Herzwand besteht, regelmäßige, feinkörnige Kerne von 0,008—0,010 Mm. Länge ohne Kern auf, an jeder ihrer Spitze haftet eine geringe Menge amorpher Substanz, dicker an dem Kern, als an der freien Spitze; jedes dieser Elemente stellt ein Bündel dar, auf welchem sich, wenn es die Länge von 0,03—0,04 Mm. erreicht hat, die Querstreifen bereits zeigen. Sie verschmelzen mit ihrer Spitze und erzeugen zugleich im Innern kleine, gelblich-glänzende Körnchen, die nicht wieder verschwinden. Schon im zweiten Monat des Embryolebens erkennt man die Bifurcationen und Anastomosen der Bündel, ohne jedoch ermitteln zu können, wie sie entstehen; erst nachdem sich die Bündel mit einander verbunden haben, erhalten sie ihre Scheide, die immer blaß und dünn bleibt und nur spärliche Kerne besitzt.

Semper beobachtete an den Muskelbündeln der Pulmonaten innerhalb der Scheide eine Rinden- und eine Markschichte, wovon die erstere homogen und durchsichtig ist mit Neigung, in kleine Stücke zu zerfallen, die letztere einen fein granulirten Strang bildet.

Die Muskeln der Scheibenquallen sind nach Schultze aus quergestreiften, kernlosen Faserzellen gebildet, an welchen man übrigens die Streifung nur an ganz frischen, oder besonders gut conservirten Exemplaren beobachten kann.

Die Muskeln der Oxyceris bestehen nach Walter aus einer sehr fein längsgestreiften Scheide und einem homogenen, zähflüssigen Inhalt, in welchem runde, stark lichtbrechende Körper eingebettet sind, die sich beim geringsten Druck des Deckgläschens frei hin und her bewegen. Erst nach längerer Zeit erhalten diese Muskelmassen, vielleicht durch Gerinnung ihres Inhalts, eine den quergestreiften Muskeln höherer Thiere ähnliche Beschaffenheit: es bilden sich in ihnen horizontale Plättchen, welche dicht gedrängt in einer homogenen Grundsubstanz liegen. Bei jungen Thieren bilden sich aus der homogenen Substanz um die erwähnten Körperchen auf Zusatz von Wasser Sarcodetropfen, welche großen Kernzellen sehr ähnlich sehen.

Bezüglich des Zusammenhangs der Muskel- und Sehnenfasern konnte Henle die seitliche Verklebung des Muskelbündels mit Sehnenelementen niemals darstellen; immer fand sich, bei genauer Trennung der Elemente, daß jedem Muskelelemente bestimmte Sehnenfasern zugeordnet waren, an die keine andern Muskelfasern angeklebt waren. Frische und getrocknete Wadenmuskeln des Frosches lassen sich nach ihm so zerreißen, daß mit jedem Muskelbündel ein bestimmtes Sehnenbündel im Zusammenhange bleibt, nur gelingt es in der Regel nicht, es seiner ganzen Länge nach bis zum Ansatz der Sehne zu isoliren. Mikroskopische Untersuchungen an Präparaten vom Gastrocnemius eines Frosches, einer Maus u. dgl. zeigten einen schlauchartigen Uebergang des Sehnenbündels in das Sarcolemma des Muskelbündels, zugleich aber daß innerhalb des Schlauches noch Sehnenfäden mit den Muskelfibrillen in einem Zusammenhang stehen. Einmal zeigte sich beim Frosch deutlich die Fortsetzung des durch Wasser von den Fibrillen abgehobenen Sarcolemmaschlauches in das der Faser zugehörige Sehnenbündel. Der Uebergang der Muskelfibrillen eines Bündels in die Sehnenfibrillen

erfolgt bald regelmäßig in einer Ebene oder krummen Fläche, bald unregelmäßig, so daß einzelne Fibrillen über die übrigen hervorragen, was übrigens nach Henle vielleicht nur von der Präparation abhängt. Da der Sehnenfaserbündel immer von weit geringerm Querschnitt ist, als das zu ihm gehörige Muskelbündel, so ist es erklärlich, daß der Querschnitt des Muskels größer ist als der der Sehne.

Ueber die glatten oder organischen Muskelfasern hat uns namentlich Kölliker Aufschluß gegeben, indem er nachwies, daß die Elemente dieser Muskeln lange, schmale, an beiden Enden zugespitzte Zellen sind, von denen jede 0,02—0,04''' lang, und 0,02—0,03''' breit ist; die Länge dieser Zellen richtet sich nach der Thätigkeit des Muskels und steht mit diesen in geradem Verhältniß; so weist der nicht schwangere Uterus die kleinsten auf, welche sich aber im schwangern Zustande nicht nur vermehren, sondern auch bedeutend in die Länge wachsen. Jede dieser Zellen enthält nach Kölliker in der Mitte einen langgestreckten Kern. Die äußere Oberfläche ist in der Regel platt und es war bis jetzt nicht möglich, eine Zellenmembran und einen Inhalt zu unterscheiden; da man aber nicht wohl eine Zelle ohne Membran annehmen kann, so scheint es, daß die Membran mit der Zelle innig verschmolzen ist.

Die Muskeln enthalten viele Gefäße und Nerven, welche sich in dem Zellgewebe verbreiten, welches die verschiedenen Faserbündel umhüllt und sie mit einander verbindet. Je größer der Muskel, desto mehr erhält er auch Gefäße, während sich die Menge und Stärke der Nerven, die ein Muskel erhält, durchaus nicht nach seiner Größe, sondern nach seiner Function richtet; so haben z. B. die kleinen Augenmuskeln verhältnißmäßig die größten Nerven, während das Herz nicht nur weniger, sondern auch kleinere Nerven hat, als die übrigen Muskeln.

Die Arterien treten an mehreren Stellen, in der Regel aber am mittlern Theile und an ihrer innern Fläche in die Muskeln ein und zwar unter verschiedenen Winkeln, laufen Anfangs schief zwischen den Bündeln durch und zertheilen sich in dem zwischen den größern Bündeln befindlichen Zellgeweb baumförmig auf- und abwärts, um, in ein solches Bündel eingetreten, sich nochmal baumförmig zu verzweigen. Indem sie sich nun in immer feinere Zweige spalten, dringen sie bis zu den einzelnen Fasern, laufen an ihnen geschlängelt

parallel und umstricken sie durch ihre verschiedenen anastomosirenden kleinsten Zweige mit einem länglich-gitterförmigen Capillarnetz. Von der Muskelsubstanz in die Sehnen soll sich kein Gefäß fortsetzen, sondern die feinsten Aestchen sich hier schlingenförmig umbiegen. In den blassen Muskeln, die von glatten Muskelfasern gebildet werden, sind diese Gefäßnetze weniger dick, während die feinsten Capillargefäße der übrigen Muskeln, welche nur etwas größer sind als die Blutkörperchen, immer noch dicker sind als die Muskelfibrillen. Von den Venen gibt es an den Muskeln tiefe, welche mit den Arterien verlaufen, und oberflächliche, die sich vielfach verflechten; sie nehmen an der Oberfläche der Fasern ihren Anfang mit gleichfalls länglichen Netzen, wenden sich aber bald auf die Oberfläche des Muskels, um sich hier zu größern Stämmchen zu vereinigen; ähnlich verlaufen die Lymphgefäße. Die Nerven, von denen der bei weitem größere Theil motorisch ist, treten am obern Theil in den Muskel ein, sie vertheilen sich nach Bock Anfangs ziemlich unregelmäßig, doch tritt der longitudinale, den Muskelbündeln parallele Verlauf bald ein. Die feinsten Aeste treten nun oft in Begleitung der Gefäße in die Zwischenräume der secundären Muskelbündel und schicken, hier lange Strecken fortlaufend, noch feinere Aestchen ab, welche in schiefer oder querer Richtung über die Faser hinweggehen, sich mit einander verbinden und so wahre Plexus bilden. Nachdem nun diese kleinsten Aestchen mehr oder weniger weit quer über die Muskelfasern hinweggegangen, kehren die einzelnen in großen Bogen um, legen sich an andere an und treten mit diesen entweder in den Nervenzweig zurück, von dem sie ausgegangen, oder in einen andern, welcher demselben Aste angehört. Die Nerven bilden also in den Muskeln theils Geflechte um die Muskelfasern, theils Schlingen und Bogen, doch sind, wie wir früher gesehen, diese schlingenförmigen Umbiegungen einzelner Fasern nicht immer die Endigungen der Nervenröhren, sondern von diesen Schlingen gehen noch feinere, oft marklose Fasern aus, sowie sich einzelne Nervenröhren unmittelbar vor ihrer Endigung in 2—3 und mehrere Aestchen theilen, und sogar einzelne dieser Aeste wieder in secundäre.

Was nun das electrische Verhalten der Muskeln betrifft, so hat du Bois gezeigt, daß der animalische Muskel sowohl in der Ruhe als während der Thätigkeit dasselbe electromotorische Verhalten zeigt, wie die Nerven, nur fehlt ihm der electromotorische Zustand. Jedes

Stück eines Muskels ist aus einer Anzahl sehr kleiner Theilchen zusammengesetzt, welche mit electrischen Ungleichheiten behaftet sind und constante Einzelnströmchen erzeugen, wovon der, einen an den Muskel angelegten Drahtbogen durchkreisende abgeleitete Strom durch sein Wirken auf die Magnetnadel im Multiplicator Aufschluß gibt, und zwar sind die von den Muskeln abgeleiteten Ströme viel stärker, als die von den Nerven abgeleiteten, aus welchem Grunde ein weniger empfindlicher Multiplicator hiezu genügt, da, wie wir früher gesehen, bei Nerven zu diesem Zwecke ein Multiplicator von einer großen Anzahl von Drahtwindungen erforderlich ist.

Dadurch, daß du Bois an einem isolirten Primitivmuskelbündel, in welchem durch das Mikroskop durchaus keine heterogenen Gewebstheile zu erkennen waren, durch den Multiplicator das Dasein des gesetzmäßigen Stromes bewies, lieferte er zugleich auch den weitern Beweis, daß im Innern der Muskelbündel bewegliche Molecule als Träger der Gegensätze, also positive und negative Elemente, vorhanden sein müssen. Der Umstand, daß der Muskel durch erregende electrische Ströme nicht in den electrotonischen Zustand übergeführt wird, sowie die fernere Thatsache, daß der vom Muskel abgeleitete Strom viel stärker ist, als der vom Stamme seines Nerven, spricht schon gegen die Annahme, daß der Muskelstrom vom Strome der in dem Muskel verzweigten Nervenfasern herrühre. Demnach müssen wir also annehmen, daß in den Muskeln die Einzelnströmchen durch electromotorische Molecule erzeugt werden, und daß diese wie in den Nerven beschaffen und so geordnet werden.

Mit dem Tode des Thieres, oder durch Trennung des Muskels vom Körper, erlischt, wie bei den Nerven, die Stromentwicklung, und zwar nach du Bois um so schneller, je größer die ursprüngliche Kraft des Muskels war.

Die Fähigkeit des Muskels, auf Reize seines Nervens sich zu contrahiren, also seine Leistungsfähigkeit, nimmt ab oder erlischt gleichzeitig mit dem Strome, und mit dem Erlöschen dieser beiden tritt die sogenannte Todtenstarre ein.

Bezüglich der sogenannten Todtenstarre hat unter Andern auch Kußmaul durch seine Versuche die Resultate früherer Untersuchungen bestätigt und gefunden, daß die mit Kalilauge, Essigsäure, Salpeterlösung in kohlensaurem Kali injicirten Gliedmaßen schnell und bei hinlänglicher Concentration und gehöriger Menge der Lösungen

sogar augenblicklich starr werden, gleichviel welche Temperatur die Flüssigkeit hatte. Kußmaul unterband die Arterie des linken Oberschenkels eines Frosches und injicirte frisches Kalkwasser in das Herz, bis der Frosch am ganzen Körper, und namentlich am rechten Bein, starr war, ein Beweis, daß das Absterben der Nerven nicht vorausgehen muß, damit der Muskel starr werde. Das linke Bein war unterhalb der Unterbindungsstelle nicht starr. Bei galvanischer Reizung des **Plexus ischiadicus** entstanden heftige Zuckungen am linken Schenkel, während sich der rechte von seinen Nerven aus bei mäßiger Stromstärke nicht in Zuckungen versetzen ließ.

Nach seinen zahlreichen Versuchen über die Einwirkung verschiedener Gifte fand Kölliker, daß der Eintritt der Todtenstarre von dem Zustande der Nerven in den Muskeln ganz unabhängig ist, weil, seinen Versuchen zufolge, Muskeln mit ganz gelähmten Nerven weder früher noch später starr werden als andere.

Nach Kölliker und Kußmaul ist die Todtenstarre von einer besondern Molecularveränderung der Muskelfasern abhängig, welche durch Aufhebung der Blutzufuhr und Ernährung des Muskels, und durch Einwirken gewisser, specifisch auf die Muskelfasern wirkenden Substanzen eintritt und durch übergroße Anstrengung der Muskeln begünstigt wird. Nach Kölliker und Kußmaul findet bei der Todtenstarre eine Aenderung der chemischen und physikalischen Beschaffenheit der Molecule der contractilen Substanz statt; ferner fand auch Kußmaul, daß die Angabe von Krause richtig ist, daß, abgesehen von den innern Vorgängen im Muskel, eine gewisse Spannung desselben nothwendig zu sein scheint für das Auftreten der Starre; so sah Krause bei möglichst gebeugten Gliedmaßen nur die Streckmuskeln starr werden, und Wadenmuskeln von Katzen und Fröschen bis zu ihrem Ursprung abgelöst, durch eine schwache Belastung kaum gespannt, wurden, in einem feuchten Raum bei 33—35° C. aufgehängt, nicht starr, was sonst immer erfolgte, wenn der Ansatz des Muskels unverletzt blieb.

Die oberste Bedingung der Leistungsfähigkeit und also auch des Stromes in den Muskeln, ist, gerade wie in den Nerven, eine normale chemische Zusammensetzung, und Alles, was diese stört, hebt auch die erstere auf, und weil diese normale Zusammensetzung vorzugsweise von einer richtigen Ernährung abhängt, so muß Alles, was die Ernährung des Muskels stört, auch dessen Leistungsfähig-

keit stören. Aus diesem Grunde konnte auch Stannius durch Unterbindung der Bauch-Aorta, also durch Abschluß des arteriellen Blutes zu den untern Extremitäten, Todtenstarre künstlich hervorrufen. Ebenso vernichten alle Einflüsse, welche die normale chemische Zusammensetzung des Muskels ändern, auch den Strom und die Leistungsfähigkeit desselben, also, wie bei den Nerven, chemische und thermische Einflüsse.

Ueber die Wiederherstellung der erloschenen Erregbarkeit der Muskeln erlangte Heidenhain bei seinen Untersuchungen folgende Resultate: Wenn ein Muskel auf irgend eine, die materielle Structur nicht zu grob verletzende Weise seiner Leistungsfähigkeit so weit beraubt ist, daß er weder auf Schließung und Oeffnung einer Daniell-schen Batterie von durchschnittlich 25 Elementen, noch auf die stärksten Schläge des Magnetelectromotors von du Bois mit einer leisen Spur von Zuckung antwortet, so erlangt er seine verlorene Leistungsfähigkeit in geringerm oder höherm Grade wieder, wenn er kürzere oder längere Zeit von dem Strome der oben genannten Batterie in ab- oder aufsteigender Richtung durchflossen worden ist. In einer Versuchsreihe war der Muskel durch Tetanisiren mittelst des Magnetelectromotors seiner Erregbarkeit beraubt, so daß nur noch kleine Zuckungen möglich waren; nachdem der Strom der constanten Batterie 60 oder 120 Secunden aufsteigend durch den Muskel gegangen war, traten vorher fehlende Oeffnungszuckungen ein, und Inductionsschläge, nach Beendigung der Oeffnungszuckung durch den Muskel geleitet, veranlaßten stärkere Contractionen. Nach 60 Secunden Ruhe war der Strom der Batterie bei Schließung und Oeffnung wieder wirkungslos und Inductionsschläge brachten nur schwache Contractionen hervor. Zeitweiliges Einschalten des Muskels in den constanten Strom hatte stets dieselbe Wirkung und die Inductionsschläge hatten einen um so geringern Erfolg, je länger die Pausen waren. Daß während der Dauer des Versuches Ermüdung des Muskels eintrat, geht daraus hervor, daß im Anfange eine Schließung von bestimmter Dauer besser wirkte, als am Ende, wo die Ermüdung da war.

Bei Versuchen mit absteigendem Strom zeigte der vollständig leistungsfähige Muskel nach einer Einwirkung des constanten Stroms von zwei Minuten eine Oeffnungszuckung, und nach Beendigung derselben war er für Inductionsschläge schon unerregbar. Es ergab

sich, daß, wenn zwischen der Oeffnung der Batterie und Anwendung der Inductionsschläge eine gewisse Zeit verstrich, die Inductionsschläge unwirksam waren; wirken diese aber gleich nach der Oeffnung des constanten Stroms, vor Ablauf der Oeffnungszuckung ein, so sind sie wirksam, indem sich dann die Oeffnungszuckung und die Inductionszuckungen summiren. Aehnliche Resultate wurden mit Muskeln erhalten, welche durch längere Einwirkung von Wasser von 28—30° ihre Erregbarkeit völlig verloren hatten, und durch welche der Strom der genannten Batterie auch in zwei Versuchsreihen auf- und absteigend hindurch geleitet wurde. Die Muskeln waren dabei der Todtenstarre so nahe, daß sie während der Versuche davon befallen wurden, was sich namentlich an einer allmählichen Verkürzung des Muskels zeigte. Dieselben Resultate erhielt Heidenhain bei Muskeln, welche ihre Erregungsfähigkeit durch eine 12 Stunden anhaltende Dehnung verloren hatten, wenn durch sie der constante Strom in auf- und absteigender Richtung geleitet wurde. Wenn die Batterie nicht über eine gewisse Zeit lang geschlossen war, so reichte eine Pause von 30 Secunden hin, um die Erregbarkeit für schnelles Schließen und Oeffnen der Kette wieder aufzuheben; war aber der constante Strom länger hindurch geleitet, so konnte nach einer Pause von 30 Secunden noch eine schwache Oeffnungszuckung eintreten. Im Allgemeinen lieferten diese Versuche unter anderm auch das Resultat, daß die Größe der Oeffnungszuckung um so mehr zunimmt, je länger der constante Strom den Muskel durchzieht.

Im Allgemeinen wirkte der aufsteigende Strom stärker, als der absteigende. Länger dauernde Einwirkung eines Stroms auf den unerregbaren Muskel ruft in diesem einen Zustand hervor, welcher auch beim Eintritt eines entgegengesetzt gerichteten Stromes eine Zuckung eintreten läßt.

Da die Inductionsschläge auf den restaurirten Muskel nicht wirken wie sonst, indem sie keinen Tetanus hervorrufen, sondern nur einzelne Zuckungen, so hat auch hierüber Heidenhain Versuche angestellt. Ist der constante Strom längere Zeit durch den Muskel gegangen, so bemerkt man zuerst bei seiner Unterbrechung eine starke Oeffnungszuckung. Wenn nun in regelmäßigen Zwischenzeiten geschlossen und geöffnet wird, so entstehen eine gewisse Zeit lang Oeffnungszuckungen, welche allmählich abnehmen und endlich verschwinden,

niemals aber entstehen Schließungszuckungen, und die in der Ruhepause angewandten Inductionsschläge bleiben ohne Wirkung, wenn ihnen nicht jedesmal eine kurze Schließung der Batterie vorausgeht, und man kann sogar tonische Contractionen bewirken, wenn diese Combination recht schnell wiederholt wird. Es scheint daher, daß der Muskel seine Erregbarkeit in der Pause nicht sowohl erhält, sondern nur in einen solchen Zustand versetzt wird, daß ein kurzer constanter Strom schon im Stande ist, die Erregbarkeit wieder etwas herzustellen. Je weniger Zeit seit der Oeffnung des lang dauernden Stromes verstrichen ist, um so mehr Wirkung zeigen diese sehr kurz dauernden Schließungen, bis zuletzt die Einwirkung des lang dauernden Stromes wieder nöthig wird.

Wenn Heidenhain einen constanten Strom in bestimmter Richtung einige Zeit durch einen unerregbaren Muskel strömen ließ, so war nur durch Oeffnung dieses und Schließung des entgegengesetzt gerichteten Stromes eine Zuckung zu bewirken, wogegen weder Oeffnung dieses letztern, noch Schließung des erstern eine Contraction bewirkte. Bei aufsteigendem Strome tritt dieser Erfolg bälder ein, als bei absteigendem; auch wenn beide gleich lang dauern, ist die Oeffnungszuckung des aufsteigenden größer, so daß also der aufsteigende Strom die Erregbarkeit besser herstellt, als der absteigende. Der aufsteigende Strom stellt zuerst die Möglichkeit der Schließungszuckung des entgegengesetzt gerichteten Stromes her und erst, wenn die Kette länger geschlossen ist, die der eigenen Oeffnungszuckung. Selbst bei langer Dauer der Schließung verliert der absteigende herstellende Strom seine Wirksamkeit früher, als der aufsteigende. Die Herstellung der Wiedererregbarkeit zeigt sich dadurch, daß zuerst sich die Schließungszuckung des absteigenden Stromes zeigt und zwar bald, nach sehr kurzer Dauer des constanten Stromes, dann die Oeffnungszuckung des aufsteigenden, hierauf neben diesen die Oeffnungszuckung des absteigenden Stromes, und endlich alle vier Zuckungen.

Die Beobachtung Ritters, daß der aufsteigende Strom, wenn er nicht über eine gewisse Stärke steigt, aber lange anhält, die Erregbarkeit erhöht, so daß eine starke Oeffnungszuckung eintritt, während der absteigende diese Wirkung nicht haben soll, konnte Heidenhain nicht machen, da nach seinen Versuchen in dieser Beziehung zwischen beiden Stromesrichtungen ein solcher qualitativer Unterschied nicht wohl, aber ein quantitativer Unterschied existirt. Die von Ritter

beobachtete starke, sogar in Tetanus übergehende Oeffnungszuckung bei beiden Stromesrichtungen, wenn sie längere Zeit eingewirkt haben, bestätigen Heidenhain und Meißner.

Heidenhain spricht in Beziehung auf die Restitution der Wiederherstellung der Erregbarkeit in einem unregbar gewordenen Muskel durch den electrischen Strom seine Ansicht dahin aus, es möchten in dem auf irgend eine Weise unregbar gewordenen Muskel die Moleculen ihre normale peripolare Anordnung verloren haben; wenn nun der constante Strom die dipolare Anordnung des Electrotonus herstelle, so sei damit auch die Bedingung hergestellt, so daß beim Aufhören des Stromes eine Schwankung der Molecule eintreten könne und hiemit die Möglichkeit einer Contraction.

Die physiologische Thätigkeit eines Muskels beruht auf einer, durch Verkürzung seiner Fasern hervorgerufenen Zusammenziehung, und diese Fähigkeit, sich zu verkürzen, erhält der Muskel durch seine Nerven; sie ist also keine selbstständige Fähigkeit des Muskels, und die Thatsache, daß ein auf den Muskel selbst angebrachter Reiz auch Zuckung hervorruft, ist kein Beweis dagegen, weil, wie Funke ganz richtig bemerkt, jeder auf einen Muskel angewandte Reiz auch die überall in demselben vertheilten Nerven trifft, so daß es geradezu unmöglich ist, isolirt auf die Muskelsubstanz irgend einen Reiz zu appliciren.

Auch die von Schiff gemachten Beobachtungen, daß Muskeln oft noch lange zucken, nachdem der peripherische Theil ihres abgeschnittenen Nerven seine Erregbarkeit schon verloren hatte, beruht, wie er selbst glaubt, wahrscheinlich darauf, daß die im Muskel sich befindlichen Nervenenden mit dem Ernährungsplasma noch längere Zeit in Berührung waren, und so ihre Erregbarkeit noch länger erhielten, so daß also diese Erscheinung ebenfalls auf einer Wirkung der im Innern des Muskels länger erregbar gebliebenen Nervenenden beruht.

Die Thatsache endlich, daß sich auch die Augen nicht bilden, wenn die Sehnerven nicht nach Außen treten, und die von den Gebrüdern Weber an einem Kalb gemachte Beobachtung, bei welchem der größte Theil des Rückenmarks vom zweiten Brustwirbel abwärts und natürlich auch die sonst von dem hier fehlenden Theile entspringenden Nerven fehlten, und bei welchem auch kein animalischer Muskel da war, in welche sich die hier fehlenden Nerven hätten

endigen sollen, während Knochen, Sehnen und Haut an den untern Extremitäten vollkommen entwickelt waren, sprechen offenbar dafür, daß die Muskeln die Functionsorgane der motorischen Nerven sind und durch diese erregt werden.

Die Erregbarkeit des mit dem Muskel verbundenen Nerven ist also eine Hauptbedingung einer ungestörten Function des erstern; ebenso nothwendig ist übrigens hiezu auch eine normale Constitution der Substanz des Muskels selbst, und zur Herstellung dieser letztern ist, wie bei den Nerven, nicht nur eine ungestörte Ernährung durch das Blut, sondern auch eine passende Abwechslung von Thätigkeit und Ruhe erforderlich.

Wie wir wissen, hört die electromotorische Kraft des Muskels bei jeder Alteration seiner chemischen Constitution auf, sie wird also durch diese bedingt, sowie auch die Wärmebildung von den chemischen Eigenschaften des Muskels abhängt, da sie nur die nothwendige Folge der chemischen Umsetzung ist, wie Liebig junior durch die Consumption von Sauerstoff des Muskels und dessen Kohlensäurebildung bewies, daß hier solche chemische Processe vor sich gehen. Auch Mateucci machte die Beobachtung, daß frische Froschmuskeln Sauerstoff absorbiren, und nach seinen Beobachtungen ist das Volumen der ausgeschiedenen Kohlensäure etwas kleiner, als das des absorbirten Sauerstoffs, so daß also die Muskelrespiration sich ähnlich verhält, wie die Respiration im Allgemeinen. Mateucci beobachtete in der Regel auch eine Ausscheidung von Stickstoff. Dem von Regnault und Reiset für den Gesammtfrosch angegebenen quantitativen Verhältnisse des Gaswechsels findet Mateucci das für ein bestimmtes Gewicht Muskel gleich. In reinem Sauerstoff beobachtete er Anfangs keine Aenderung der Respiration, wird aber der Muskel längere Zeit in Sauerstoff aufgehängt, so nimmt die Kraft der Respiration zu, ebenso, wenn ein Stück Kali mit unter die Glocke gelegt wurde. Die Muskeln der Frösche, welche mit Schwefelwasserstoffgas oder mit schwefliger Säure getödtet wurden, respirirten nur schwach, wie auch in einer Wasserstoff-Atmosphäre die Respiration bald aufhörte. Während einer Contraction nimmt sowohl die Einnahme von Sauerstoff, als auch die Ausscheidung von Kohlensäure und Stickstoff zu. So fand Mateucci, daß die untern Extremitäten und Beckenmuskeln von fünf Fröschen, welche 34,3 Grm. wogen und in 85,195 CC. atmosphärischer Luft aufgehängt waren,

während der Ruhe im Verlauf von einer Stunde 1,075 CC. Sauerstoff (auf 0° und 760 Mm. Quecksilber reducirt) absorbirt und 0,907 CC. Kohlensäure exhalirt hatten. Fünf ähnliche Präparate, 34,2 Grm. schwer, waren 20 Minuten lang zu Contractionen gereizt und hatten aus 82,828 CC. Luft 2,723 CC. Sauerstoff absorbirt und 2,508 CC. Kohlensäure ausgeschieden. Aus verschiedenen Versuchen folgert Mateucci, daß 34 Grm. Froschmuskel, 10—20 Minuten in Contraction, ein Plus von 0,0022 Grm. Kohlensäure ausscheiden. Muskeln, die eine Zeit lang in Contraction waren, enthielten mehr Kohlensäure, als ruhende Muskeln. Nachdem Mateucci frischpräparirten Muskeln durch längeres Halten abwechselnd in Vacuo und in Wasserstoffgas alle in ihnen enthaltene Kohlensäure genommen hatte, gaben diese im Wasserstoffgas bei der Contraction noch eine größere Menge von Kohlensäure ab, woraus Meißner schließt, daß der zur Bildung der Kohlensäure verwendete Sauerstoff im Muskel in einer Verbindung enthalten ist und also nicht direct aus der Atmosphäre bezogen wird.

Um einfach die größere Kohlensäure-Ausscheidung des thätigen Muskels zu zeigen, gibt Mateucci ein einfaches Verfahren an: man solle nämlich je einige Froschpräparate in zwei Fläschchen von 100 bis 120 CC. mit 10 CC. Kalkwasser aufhängen, die einen 5—6 Minuten lang in Contraction versetzen und dann die Frösche entfernen, um in dem geschüttelten Kalkwasser die stärkere Trübung in der Flasche zu beobachten, welche die thätigen Muskeln enthielt.

Bezüglich der Temperaturerhöhung des thätigen Muskels hat Mateucci sowohl mit dem Quecksilber-Thermometer, als auch mit dem Thermomultiplicator Untersuchungen angestellt, und dabei gefunden, daß sich die Temperatur um $^1/_2$ ° erhöht.

Zur Vergleichung der wirklich beobachteten mechanischen Leistung des Muskels mit dem aus den Respirationsproducten berechneten Aequivalent, stellte Mateucci folgenden Versuch an. Ein Gastrocnemius, welcher ungefähr 0,320 Grm. wog, hob das Gewicht von 10 Grm. auf die Höhe von 1,412 Mm. Die in diesem Augenblick geleistete Arbeit rechnet Mateucci zu 0,00001457 Kilogrmtrs. und nimmt, um zu dieser Zahl zu gelangen, an, daß der Muskel nicht nur die angehängten 10 Grm., sondern auch sein ganzes eigenes Gewicht auf die Höhe von 1,412 Mm. hob. Auch rechnet er, daß der Muskel sich, mit den 10 Grm. belastet, dreimal in

der Secunde 10 Minuten lang hindurch in derselben Weise contrahiren kann, was, für 10 Gastrocnemii berechnet, eine Arbeitsleistung von 0,2620 Kilogrmtrs. ausmachen soll. Aus dem Zuwachs an vermehrtem Sauerstoff, welcher der Contraction entspricht, und aus der diesem Sauerstoff, wenn er zur Verbrennung von Kohlenstoff dient, entsprechenden Wärmemenge findet Mateucci ein mechanisches Aequivalent, welches für 10 Gastrocnemii zu 0,290 Kilogrmtrs. angegeben ist, während die experimentell gefundene Leistung 0,262 Kilogrmtrs. betragen soll. Auch nach den Versuchen von Liebig junior nehmen die vom Blute gereinigten Froschmuskeln, so lange sie noch erregbar sind, Sauerstoff aus der Luft auf und geben Kohlensäure dafür ab, und erhalten dadurch ihre Contractionsfähigkeit länger; während dieselben Muskeln in den sogenannten unathembaren Gasarten ihre Contractionsfähigkeit schnell verlieren.

Die wichtigsten Aufschlüsse über die Parenchymflüssigkeit der Muskeln haben uns die Untersuchungen von Liebig und Lehmann gegeben. Liebigs Untersuchungen erstreckten sich besonders über den Saft der quergestreiften Muskeln, und nach diesen erhält man beim Auslaugen von frischen Muskeln mit Wasser eine stark saure Flüssigkeit, deren saure Reaction von einem nicht unbedeutenden Gehalt an Milchsäure herrührt. Außerdem enthält dieser Saft freies Albumin und geringe Menge Caseïn, Kreatinin, Kreatin und eine stickstoffhaltige Säure, Inosinsäure, so wie Inosit und gewisse anorganische Bestandtheile. Ob das in den Muskeln enthaltene Muskelfibrin, das Syntonin, zunächst als Faserstoff des Bluts in die Muskeln kommt, wissen wir nicht. Das Caseïn wenigstens kommt als solches nicht aus dem Blut, da letzteres bekanntlich kein Caseïn enthält.

Die anorganischen Bestandtheile des Muskelsaftes stammen zwar aus dem Blute, da sie dieselben sind wie im Blute, trotz dem aber ist ihre relative Menge eine sehr verschiedene; während nämlich im Blute die Natronsalze über die Kalisalze vorherrschen, ist dieses im Muskelfleisch umgekehrt; ebenso enthält das Blut mehr phosphorsaure Kalkerde als Talkerde, der Muskelsaft umgekehrt mehr phosphorsaure Talkerde. Die im Muskelsaft enthaltene Milchsäure, sowie das Kreatin und Kreatinin sind Zersetzungsproducte der Muskelsubstanz selbst. Die Milchsäure z. B. fehlt nach du Bois im ruhenden Muskel ganz, während ihre Quantität mit der Muskel-

thätigkeit gleichen Schritt hält; dasselbe ist auch der Fall mit dem Kreatin und Kreatinin, welche, wie wir wissen, ebenfalls Rückbildungsstoffe sind, und deren Quantität in den thätigsten Muskeln am größten ist. Daß das Kreatinin aus dem Kreatin hervorgeht, beweist der Umstand, daß im Harn mehr Kreatinin als Kreatin getroffen wird, da das letztere auf dem Wege vom Blut in die Nieren in ersteres übergeht.

Anhaltende Thätigkeit vermindert und erschöpft am Ende die Contractionsfähigkeit eines Muskels, und zwar, wie wir soeben gesehen, durch Veränderung seiner normalen chemischen Constitution, es tritt mehr Michsäure und Kreatin in ihm auf, und diese veränderte Constitution wird nur in der Ruhe durch Ernährung, nämlich durch das Blut, wieder normal, indem letzteres dem Muskel nicht nur die überschüssig gewordenen Auswurfsstoffe (Kreatin 2c.) entzieht, sondern ihm gleichzeitig auch neue Anbildungsstoffe zuführt, und da dieses letztere auf normale Weise nur in der Ruhe geschieht, die gehörige Rückbildung dagegen vorzugsweise während der Thätigkeit, so ist Abwechslung von Thätigkeit und Ruhe so nothwendig, um den Muskel in seiner Kraft zu erhalten. Aus dieser veränderten chemischen Constitution des Muskels sehen wir endlich auch, daß die durch anhaltende Thätigkeit des Muskels hervorgerufene verminderte Contractionsfähigkeit nicht nur als Folge der Erschöpfung des den Muskel versehenden Nerven ist, sondern daß die Veränderung der chemischen Constitution des Muskels selbst ebenfalls mitwirkt.

Harleß machte viele Versuche über den Wassergehalt frischer und ermüdeter Muskeln. Zuerst untersuchte er, wie groß die Oberfläche sei, welche die Muskelmassen den sie umspülenden Ernährungsflüssigkeiten darbieten, und fand, daß die Gesammtsumme der Außenflächen der Muskelfasern eines Muskelstückes von 1″ Höhe und 3‴ Durchmesser wenigstens 21 Quadratfuß beträgt. Diese Muskelmasse wiegt 2 Grm.; schlägt man nun die Muskelmasse eines Menschen zu 15 Kgrm. an, so erhält man eine Contactfläche von 168,000 Quadratfuß. Harleß machte seine Beobachtungen an den Wadenmuskeln von Fröschen; er untersuchte zwei Gastrocnemii eines und desselben Frosches, der rechte Fuß wurde zu diesem Zwecke unmittelbar amputirt, der linke dagegen erst abgenommen, nachdem eine Menge galvanischer Schläge durch ihn geleitet waren. Diese Versuche zeigten zuerst, daß ein Muskel um so schwerer ist, eine je

größere Menge von Fasern er in der Volumeneinheit einschließt, und je besser diese Fasern ernährt sind. Die frischen und die durch Galvanisiren ermüdeten Muskeln zeigten keinen Unterschied bezüglich des Wassergehaltes; die nicht galvanisirten Muskeln zeigten nämlich durchschnittlich einen Wassergehalt von 80,79 %, während die galvanisirten 80,75 % zeigten.

Der Saft der platten Muskeln ist nach Lehmann dem der animalischen oder quergestreiften ähnlich, nur enthält er mehr Caseïn und weniger Kreatin, ebenso weniger Milchsäure, weil er weniger sauer reagirt.

Die frühere Eintheilung der Muskeln in willkürliche und unwillkürliche ist durch eine neue Eintheilung von Eduard Weber verdrängt worden, da dieser sie in animalische und organische theilt. Die quergestreiften Muskeln ziehen sich nämlich in dem Augenblicke zusammen, in welchem ein Reiz auf ihre Nerven einwirkt und erschlaffen eben so schnell wieder, wenn der Reiz aufgehört hat, und diese Muskeln nennt Weber animalische, im Gegensatz zu den, aus contractilen Faserzellen bestehenden Muskeln, welche sich auf Reizung ihrer Nerven nicht so schnell zusammenziehen, sondern nur allmählich, und mit dem Aufhören des Reizes auch nicht so schnell erschlaffen, sondern erst einige Zeit nachher, nachdem der Reiz aufgehört hat, einzuwirken, und diese nennt er organische. Alle animalischen Muskeln sind auch quergestreift, während die organischen aus contractilen Faserzellen bestehen, so daß diese Eintheilung nicht nur physiologisch, sondern auch histiologisch begründet ist. Da der Wille nur auf die animalischen Muskeln zu wirken und diese allein zur Contraction zu veranlassen im Stande ist, so nannte man diese bisher willkürlich bewegliche.

Bezüglich der Formveränderung des Muskels bei seiner Thätigkeit war es wieder Weber, welcher die von Prevost und Dumas ausgesprochene Ansicht, daß die Contraction des Muskels durch Zickzackbeugung der Primitivbündel erfolge, gänzlich widerlegte und bewies, daß dieselbe durch geradlinige Verkürzung zu Stande komme. Weber hat nämlich dargethan, daß die Faser vor dem Beginne der Reizung eine zickzackförmige Form hat, im Augenblick des beginnenden Reizes aber sich gerade strecke und zwar gleichmäßig in ihrer ganzen Länge, und so sich verkürze, und so lange gerade gestreckt bleibe, als die Einwirkung des Reizes dauert, nach

Aufhören derselben aber sogleich wieder seine frühere zickzackförmige Form annimmt.

Nach Weber zeigt ferner der thätige Muskel eine geringere Elasticität, als der ruhende, und wird zugleich weicher, da nach ihm die scheinbare Härte nur in einer Spannung besteht, welche dadurch hervorgerufen wird, daß der Verkürzung ein Widerstand entgegengesetzt wird, z. B. bei Antagonisten. Seine Versuche haben dargethan, daß der thätige Muskel weniger Elasticität und daher eine größere Ausdehnbarkeit besitzt, und daß mit der Dauer der Thätigkeit auch die Elasticität ab-, und die Ausdehnbarkeit zunimmt. Durch diese verminderte Elasticität und größere Dehnbarkeit verliert natürlich der Muskel seine Kraft, da die erstere der letztern entgegenwirken muß, um die gehörige Contraction hervorzubringen.

Heidenhain, welcher glaubte, man könne gegen die Versuche von Weber über die Verminderung der Elasticität des Muskels während der Contraction die Einsprache machen, daß Weber die reizenden Ströme durch den ganzen Muskel geleitet habe, wodurch die Möglichkeit gegeben sei, daß die wirklich beobachtete Verminderung der Elasticität unmittelbar von der Einwirkung des Stromes auf die Molecule des Muskels herrühre, ohne daß die Reizung des Muskels zur Contraction einen directen Antheil daran habe, wie auch Wertheim an Metallen eine Verminderung der Elasticität durch Ströme nachgewiesen habe. Allein die von Heidenhain zu diesem Zwecke unternommenen Versuche beseitigten diesen Zweifel, indem sie bewiesen, daß der constante Strom auf keinen Fall einen sichtbaren Einfluß auf die Elasticität des Muskels ausübe. Heidenhain belastete nämlich Froschmuskeln 30 Secunden lang mit 5 Grm., ließ sie sich dann wieder verkürzen und so abwechselnd belasten und verkürzen. Nach je 30 Secunden gaben die Muskellängen als Ordinaten eine Curve, aus welcher man sah, daß die Dehnungen ununterbrochen bis zu einer gewissen Grenze zunehmen, während die Differenzen zwischen zwei auf einander folgenden Dehnungen eben so ununterbrochen abnehmen und am Ende ganz verschwinden. Es wurden nun dieselben Versuche mit Muskeln ausgeführt, welche gleichzeitig in den Kreis einer constanten Batterie eingeschaltet waren, und die Drehungscurven zeigten auch hier dieselbe Beschaffenheit wie vorher. Weitere Versuche zeigten endlich noch, daß die Drehungscurve eines Muskels stetig bleibt, wenn wäh-

rend eines Abschnittes derselben ein constanter Strom durch den Muskel ging.

Wenn übrigens die von Weber in dieser Beziehung gefundenen Resultate von Heidenhain nicht widerlegt wurden, so zeigte doch Volkmann durch seine Versuche, daß der Unterschied zwischen der Dehnbarkeit des ruhenden und der des thätigen Muskels bei Weitem nicht so groß sei, als ihn Weber angab, indem er nachwies, daß Weber diejenige Ermüdung des Muskels nicht berücksichtigte, die im Verlauf eines und desselben Versuches eintritt, was, wie Volkmann bewies, von sehr erheblichem Einfluß ist. Volkmann hatte nämlich die Versuche über den Unterschied der Dehnbarkeit zwischen dem thätigen und ruhenden Muskel dahin abgeändert, daß er, statt wie Weber den Muskel zu belasten, und ihn durch diese Belastung über sein normales Maß zu verlängern und dann ihn zur Contraction zu reizen, das angehängte Gewicht so unterstützte, daß der Muskel vor der Contraction nicht ausgedehnt wurde, und so die bei der Thätigkeit der Muskeln im Leben stattfindenden Bedingungen nachzuahmen suchte, da ja bekanntlich die Muskeln am Skelet so befestigt sind, daß eine Ausdehnung über ihr normales Maß unmöglich ist. Bei den mit dem Zungenmuskel des Frosches angestellten Versuche wurden Inductionsschläge als Reize angewandt und die Contractionen genau verzeichnet, und aus den Resultaten dieser Versuche geht, wie wir sehen werden, hervor, daß Weber die Dehnbarkeit des thätigen Muskels, gegenüber der des ruhenden, viel zu hoch angegeben habe. Als Mittel aus mehreren Versuchen dieser Art beobachtete Volkmann die Dehnbarkeit des ruhenden Muskels 0,228, die des thätigen 0,278, während nach Weber diese letztere 0,618 beträgt. Wenn Volkmann den Muskel erst im Augenblicke der größten Verkürzung beobachtete, dann war die Dehnbarkeit um Vieles geringer, als bei den ersten Versuchen, und als Mittel aus einer Reihe von Versuchen mit demselben Muskel und derselben Belastung ergab sich die Dehnbarkeit des ruhenden Muskels 0,382, die des thätigen nach dem ersten Verfahren 0,527, nach dem zweiten Verfahren aber nur 0,390, während die des thätigen nach Webers Verfahren 0,872 betrug. Die Dehnbarkeit des thätigen Muskels war also hier nach diesem Verfahren nur um ein Kleines größer als die des ruhenden.

In einer weitern Reihe von Versuchen belastete Volkmann den

Muskel erst dann, wenn seine Kraft dem angehängten Gewichte gleich war; es wurde nämlich durch Tatonnement erzielt, daß der Muskel, wenn er während seiner Contraction das Gewicht erfaßte, dasselbe eben noch trug. In diesem Augenblicke ist die Länge des Muskels nach Webers Auffassung die natürliche Länge des thätigen Muskels, vermehrt um die Drehungsgröße. Es ergab sich nun, daß, unter sonst gleichen Umständen, diese Drehungsgröße und somit die Dehnbarkeit bei dieser Art des Versuches sogar kleiner war, als die des ruhenden Muskels, indem hier die Dehnbarkeit des ruhenden Muskels 0,208, die des thätigen dagegen nur 0,107 betrug, die des thätigen nach Webers Verfahren sogar 0,673.

Wie schon bemerkt, berücksichtigte Weber bei seinen Versuchen diejenige Ermüdung nicht, welche im Verlauf eines und desselben Versuches eintritt, und dieser Umstand muß in Webers Versuchen deßwegen erheblich sein, weil in denselben der Muskel successive mit verschiedenen Gewichten belastet wird, das Heben eines größern Gewichtes aber mehr ermüdet, als das eines kleinern. Weber berücksichtigte nur die durch die vorhergehende Contraction des Muskels bedingte Ermüdungsgröße, und diese ist, im Vergleich mit der von Volkmann ermittelten, in jedem einzelnen Versuche auftretenden, nicht unbeträchtlichen Ermüdung nur sehr gering und die zwischen zwei Contractionen stattfindende Ruhe vermittelt nach Volkmann eine fast eben so vollständige als äußerst schnelle Wiederherstellung der verbrauchten Kräfte.

Die hier bezeichneten Versuche Volkmanns bezogen sich direct auf Ermittlung der Elasticitätsverhältnisse des thätigen Muskels, sie setzten eine gewisse, dem thätigen Muskel zukommende, und vermöge der Dehnbarkeit nicht erreichte natürliche Länge desselben voraus; derselbe stellte nun auch über diese, dem thätigen Muskel zukommende Länge Untersuchungen an. Wird ein nicht belasteter Muskel so gereizt, daß er sich so viel als möglich verkürzt, so ist die Länge des verkürzten Muskels die natürliche Länge des thätigen; wird derselbe Muskel belastet und ebenso zur Contraction gereizt, so verhindert die Ausdehnbarkeit des Muskels zwar die Erreichung der ihm zukommenden natürlichen Länge, derselbe strebt aber sogleich, seine natürliche Länge zu erreichen, wenn während des contrahirten Zustandes die Belastung plötzlich entfernt wird, indem er sich dann weiter zusammenzieht. Volkmann sucht nun die Frage zu beant-

worten, ob der Muskel bei diesem Streben die natürliche Länge a des unbelasteten Muskels erreicht, oder ob er eine geringere Verkürzung b annimmt. Ist dieses der Fall, so ist die Ermüdung von Einfluß, und diese macht dann auch ihren Einfluß geltend, wenn, unter sonst gleichen Umständen, Versuche mit verschiedenen Gewichten verglichen werden. Diese Versuche wurden mit den Zungenmuskeln des Frosches angestellt und dasselbe Präparat immer abwechselnd mit einer Belastung von Null und dann steigend von 5 zu 10, zu 20, zu 40 Grm. zur Contraction gereizt. In allen diesen Versuchen zeigte sich zwischen der Länge a und b constant eine ansehnliche Differenz, so daß b stets um ein Gewisses größer war als a. Diese Differenz war bei jeder einzelnen Versuchsweise nahezu dieselbe, so daß die durch die Zahl der aufeinanderfolgenden Contractionen bedingte Ermüdung ohne Einfluß auf dieselbe zu sein schien; dagegen nahm die Differenz mit der Größe der Belastung des Muskels zu.

Ueber den Einfluß des inductiven Stromes auf die Dehnbarkeit der Muskeln theilte Remak aus seiner Praxis folgende zwei Fälle mit: Ein mit Contractur der M. cucullaris und sternocleidomastoideus behafteter Kranke war im Stande, den Kopf nach der gesunden Seite zu wenden, wenn durch den Nervus accessorius der kranken Seite ein inductiver Strom geleitet wurde. Ferner beobachtete er, daß bei einer heftigen Contractur der Flexoren der Hand, welche in Folge von apoplectischer Lähmung des rechten Armes entstanden war, diese Hand sich ganz leicht öffnen ließ, während ein Strom hindurchgeleitet wurde, und die Erschlaffung der Flexoren dauerte dann bis zum folgenden Tag. Durch Schließen der Hand wurde die Contractur wieder erzeugt, nun wurde der Strom durch den Stamm des Nervus medianus am Oberarm geleitet und die Ausdehnbarkeit der Flexoren war weit größer als beim ersten Versuche.

Wie wir bei den Nerven gesehen haben, so ändert sich nach du Bois auch das electromotorische Verhalten des Muskels während seiner Thätigkeit. Nach seinen Versuchen zeigt nämlich die Magnetnadel durch den Muskel im ruhenden Zustande eine positive Ablenkung, im Augenblicke aber, wo der Muskel zur Contraction veranlaßt wird, zeigt die Magnetnadel eine bedeutende negative Schwankung, indem sie sich durch den Nullpunkt hindurch-

schwingt und einen nicht unbeträchtlichen Ausschlag in den negativen Quadranten zeigt.

Wie wir wissen, verkürzt sich ein Muskel auf einen Reiz um so mehr, je länger er überhaupt ist; bei anhaltender Reizung aber und dadurch hervorgerufener Verkürzung nimmt diese allmählich ab, und der Muskel kehrt so ziemlich bis zu seiner ursprünglichen Länge zurück, trotz des anhaltenden Reizens.

Weber, welcher Muskeln mit verschiedenen Gewichten belastete, fand, daß mit der Zunahme der Belastung auch die Verkürzungsgröße sinkt und am Ende ganz verschwindet, so daß also ein Muskel ein Gewicht um so weniger hoch hebt, je schwerer es ist, und ein Gewicht von einer gewissen Schwere am Ende gar nicht mehr zu heben im Stande ist. Ebenso hat Weber durch seine Versuche bewiesen, daß die Größe der Kraft eines Muskels nicht von der Länge, sondern von der Zahl der nebeneinander liegenden Fasern abhängt, also von der Größe des Querschnittes. Zwei Muskeln von sehr verschiedener Länge besitzen ganz dieselbe Kraft, wenn sie gleiche Größe der Querschnitte haben. Uebrigens ist es nur die Zahl der nebeneinander liegenden Fasern, nicht die Größe des Querschnittes im Allgemeinen, welche hier bestimmend auf die Größe der Kraft einwirkt, da z. B. nur von zwei Muskeln mit ganz gleich großen Querschnitten derjenige, welcher eine geringere Anzahl von Fasern besitzt, auch weniger Kraft zu entwickeln im Stande ist. So fand z. B. Valentin für einen Quadratcentimeter des **Musculus hyoglossus** des Frosches eine Gleichgewichtskraft von 747 Grm. und für dieselbe Größe des Querschnittes des **Gastrocnemius** 1805 Grm., was daher kommt, daß ein Quadratcentimeter des **Hyoglossus** weniger Muskelfasern enthält, als dieselbe Größe des Querschnittes des **Gastrocnemius**.

Die allgemein bekannte Thatsache, daß ein Muskel, dessen eine Sehne durchschnitten wird, ohne irgend eine Spur einer lebendigen Contraction sich verkürzt, hat einzig und allein darin ihren Grund, daß alle Muskeln, auch im ruhenden Zustande, in einer gewissen Spannung erhalten werden, weil im lebenden Körper die Entfernung ihrer beiden Ansatzpunkte größer ist, als die natürliche Länge der Muskeln, wodurch dieselben in einer ununterbrochenen Spannung erhalten werden; diese Spannung müßte nothwendigerweise in Folge des Einwirkens der Elasticität der Muskel Bewegung in einzelnen

Theilen hervorrufen, wenn nicht überall wieder Muskeln entgegenwirkten, die in derselben Spannung sind, aber die entgegengesetzte Function haben, wie Flexoren und Extensoren.

Was nun den functionellen Unterschied zwischen den organischen und den animalischen Muskeln betrifft, so besteht dieser vorzugsweise darin, daß in den erstern alle Veränderungen viel langsamer vor sich gehen. Alle Beobachtungen an den verschiedensten, aus contractilen Faserzellen bestehenden Gebilden haben gezeigt, daß der Verlauf der Contraction in Beziehung auf Zeit ein viel langsamerer ist bei den organischen Muskeln, da schon zwischen dem Anfang der Erregung und dem Beginn der Verkürzung eine längere Zeit verfließt, während bei den animalischen Muskeln Reiz und Contraction gleichsam in einen Moment zusammenfallen. Die Versuche von Weber und Kölliker haben übrigens den Beweis geliefert, daß die Contractionsgröße der organischen Muskeln wenigstens ebenso groß und vielleicht noch größer ist, als die der animalischen; so machte Kölliker an der Leiche eines Enthaupteten die Beobachtung, daß das Lumen der Bauch-Aorta sich auf electrische Reize von 16 Mm. auf 1 Mm. verengerte und Weber sah Blutgefäße, durch die ein ununterbrochener electrischer Strom geleitet wurde, sich so contrahiren, daß ihr Lumen verschwand.

Function der sensiblen Nerven.

Wie wir früher schon gesehen, gibt es streng genommen keinen eigentlichen Unterschied zwischen sensiblen und motorischen Nerven, da ihre Aeußerung und Wirkung einzig und allein von den Apparaten abhängt, mit welchen ihr peripherisches oder centrales Ende in Verbindung steht. Der am peripherischen Ende des motorischen Nerven sich befindliche Muskel macht diesen im eigentlichen Sinne zum motorischen Nerven, sowie der am centralen Ende des sensiblen Nerven sich befindliche Apparat den vom peripherischen Ende kommenden Erregungszustand als Empfindung wiedergibt; wie dieses aber geschieht, ist uns gänzlich unbekannt, und wir wissen nur, daß für jeden sensiblen Nerven der centrale Endapparat der Ort ist, wo die Empfindung vor sich geht.

Gewisse sensible Nerven haben zu ihrer passenden Erregung von äußern Einflüssen an ihrem peripherischen Ende bestimmte Apparate nothwendig, so daß sie ohne diese unmittelbar nicht erregt wurden, wie der **Opticus** das Auge, der **Acusticus** das Ohr, und dieses sind dann die sogenannten specifischen Sinnesnerven.

Wie E. Weber auseinandergesetzt, sind diejenigen Nervenfasern, welche die specifischen Empfindungen des Lichtes, des Schalles, des Geschmackes und des Geruches zu vermitteln haben, zu je Einem Nervenstamm zusammengedrängt, dessen peripherische Ausbreitung nur einen sehr beschränkten Theil unseres Körpers einnimmt, während sich dieses beim Gefühlssinne ganz anders verhält, da, mit wenigen Ausnahmen, alle Theile unseres Körpers Nerven besitzen, welche den an ihrem peripherischen Ende durch irgend einen Reiz hervorgerufenen Erregungszustand als Gefühlsempfindung zum Bewußtsein bringen.

Die ganze Oberfläche der äußern Haut, sowie die Mundhöhle, ist mit Nerven versehen, welche nicht nur Empfindungen im Allgemeinen hervorrufen, sondern auch den Ort ihrer Erregung auf's Genaueste erkennen lassen, und uns auch die Grade des Druckes und der Temperatur der auf ihre peripherischen Enden einwirkenden Reize wahrnehmen lassen; dieses sind die sogenannten Tastnerven, und der Grund dieser Function ist die Art und Weise, wie sich diese Nerven in der Haut endigen, weil alle diese Nerven die gehörigen Empfindungen von Druck und Temperatur nur dann hervorbringen, wenn diese Reize durch die Haut auf ihr peripherisches Ende wirken, nie aber, wenn derselbe Reiz einen solchen Nerven an irgend einer Stelle seines Verlaufs trifft.

Dieses ist also eine specifische Eigenschaft sogenannter Tastnerven, und kein sensibler Nerv anderer Organe ist im Stande, selbst wenn der Druck- oder Temperaturreiz sein peripherisches Ende trifft, die entsprechende specifische Empfindung zu erzeugen, da die durch Druck oder eine gewisse Temperatur in andern sensiblen Nerven, z. B. in denen der Schleimhäute, der Muskeln u. drgl. hervorgerufene Reize nur einfach als Schmerz empfunden werden, wenn ein solcher Reiz in einem gehörigen Grade einwirkt.

Bezüglich des Ortssinnes ist es jetzt bekannt, daß zwei nebeneinander einwirkende Reize nur dann als räumlich getrennt von einander unterschieden werden können, wenn diese Reize die Enden von

zwei verschiedenen sensiblen Fasern treffen, während zwei Eindrücke auf verschiedene Punkte derselben Nervenfaser nie räumlich getrennt empfunden werden.

Wie der Grund der einer jeden Nervenart entsprechenden Function lediglich in den Endapparaten dieser Nerven liegt, so bei den Sinnesnerven in den Sinnesorganen, bei den motorischen in den mit ihnen verbundenen Muskeln, und bei den sensiblen in den eigenthümlichen Apparaten am Ende der leitenden Faser in den Centralorganen, so unterscheiden sich auch die sensiblen Nerven bezüglich ihres anatomischen Verhaltens weder von den Sinnesnerven noch von den motorischen.

Alle Nerven, auch die sensiblen, haben den neuesten anatomischen Forschungen zufolge freie Endigungen, und die Annahme peripherischer Schlingen als Endigungen der Nerven ist jetzt ganz widerlegt. Wie nämlich alle Nervenröhren in den Centralorganen in Ganglienzellen endigen, so endigen sie an der Peripherie in den Organen, in welchen sie Empfindungseindrücke aufnehmen, frei; denn auch in den Muskeln theilen sich, wie wir gesehen haben, die einfachen Nervenfasern vielfach, und diese letzten Theilungen endigen in den Muskeln frei innerhalb der Muskelprimitivbündel.

Nach Wagner endigen die Tastnerven in den sogenannten Tastkörperchen, und zwar mit blassen, marklosen Fasern, welche fächerartig aus den dunkelrandigen Röhren entspringen; diese Papillarkörper der Cutis sind von der Epidermis als schützender Ueberzug bedeckt, ohne daß aber die letzten Endigungen der Nerven in diese selbst eindringen, sondern die Nerveneindrücke müssen durch die Epidermis hindurch, um an die Nerven zu gelangen.

Diese sogenannten Tastkörperchen wurden von Wagner und Meißner an den mit feinem Tastsinn begabten Stellen der Hohlhand und Fußsohle entdeckt, nämlich in den Papillen gelegenen Bläschen, in welchen die Nerven mit marklosen, sich fächerartig ausbreitenden Fasern enden. Die Zahl der durch Theilung einer Nervenröhre gebildeten Aeste beträgt nach R. Wagner vier, und die größere Zahl von Nervenfasern, die in die größern Papillen eintreten, rührt daher, daß sich die einfachen Fasern dicht unter der Papille theilen. Indessen werden nicht alle unter der Epidermis liegenden Papillen mit Nerven versorgt, da einige nur Gefäßcapillar-Schlingen enthalten und wieder andere Gefäße und Nerven zugleich.

In allen mit Nerven versehenen Papillen unterscheidet man nach Funke deutlich, und zwar in der Achse derselben, ein länglich-ovales, quergestreiftes, von der übrigen Papillarsubstanz deutlich abgegrenztes Tastkörperchen, zu welchem die eintretenden Nerven gehen und das in der Regel bis an die Spitze der Papille reicht. Nach Wagner, Meißner und Funke geben quer über das Körperchen hinweggehende schmale, glänzende Bänder diesen Körperchen ein quergestreiftes Aussehen. Auch die drei ebengenannten Forscher beobachteten nie schlingenförmige Umbiegungen der Nerven in diesen Körperchen, sondern die in dieselben eindringenden Nerven bleiben entweder einfach, oder sie theilen sich, und die aus dieser Theilung entspringenden Aeste verlaufen entweder gerade oder gebogen bis zu den verschiedenen Höhen im Tastkörperchen, an deren spitzigem Ende sehr oft noch ein Büschel von Querfasern entspringt und in dem Körperchen ausstrahlt.

Das Tastkörperchen ist also nach den genannten Forschern ein mit einer körnchenhaltigen Flüssigkeit gefülltes Bläschen, welches in der Papille eingebettet ist, in welches dann die Tastnerven eintreten und an ihrem Ende sich in blindendigende Aestchen theilen, und so nach Funke die Querstreifen dieser Tastkörperchen bilden, wofür allerdings die Beobachtungen sprechen, daß in mehreren Fällen, wo die sensiblen Hautfasern der Hand in Folge von Zerstörung der Nervenstämme entartet waren, auch die Querstreifen der Tastkörperchen genau dieselbe Degeneration zeigten. Die so beschriebenen Tastkörperchen scheinen auch als mit Flüssigkeit gefüllte Bläschen, in welchen sich vielfach vertheilte Nervenfasern endigen, am geeignetsten, um die leisesten Bewegungen mitzutheilen.

Diese Tastkörperchen kommen in der Vola manus in größter Menge vor, und besonders an den letzten Fingergliedern, wo Meißner auf einem Flächenraum von einer Quadratlinie 400 Papillen fand, von denen 108 Tastkörperchen enthielten. An denjenigen Hautstellen, wo diese Tastkörperchen fehlen, da sie nur an der Vola manus, der Fußsohle und der Zunge vorkommen, endigen die Tastnerven frei mit marklosen Fasern.

Neben diesen Tastkörperchen findet man im Unterhautzellgewebe, also nicht in der Cutis, wie die Tastnerven, noch die sogenannten Pacinischen Körperchen, und zwar an den Hautnerven verschiedener Theile, obwohl sie an denen der Vola manus und der Fußsohle in

größter Anzahl vorkommen. Da dieselben übrigens an verschiedenen Hautnerven getroffen werden und sogar an den Nervenfasern der großen sympathischen Geflechte der Unterleibshöhle, so scheinen sie nicht als Tastorgane zu dienen. Mit freiem Auge gesehen, erscheint nach Ecker jedes solcher Körperchen als ein ovales, gestieltes, bläschenartiges Gebilde, welches aber, unter dem Mikroskop betrachtet, aus einer großen Anzahl concentrisch ineinander geschachtelten structurlosen Lamellen zusammengesetzt scheint, welche außen durch weitere mit Flüssigkeit angefüllte Zwischenräume getrennt erscheinen.

Wie uns Weber gezeigt, erregt eine mit den Tastorganen zerstörte Hautfläche keine Druckempfindung mehr, ebenso wenig als eine Temperaturempfindung, so daß ein kalter Körper nicht als kalt und ein warmer nicht als warm empfunden wird, daher wird die Temperatur der Speisen nur durch die Tastnerven an den Lippen, der Mundhöhle und der Zunge empfunden, aber nicht mehr in der Speiseröhre und im Magen, vorausgesetzt, daß die Temperatur nicht zu hoch war, woraus also mit Bestimmtheit hervorgeht, daß nur die mit Tastkörperchen versehene Haut im Stande ist, die Empfindungen des Druckes und der Wärme und Kälte zu verschaffen.

Die Empfindung von Druck ist eine Compression der Haut, die sich bis zu den Nervenenden fortpflanzt, und welche dadurch entsteht, daß ein Theil unserer Haut entweder mit einem ruhenden, oder einem gegen uns sich bewegenden Körper in Berührung kommt, da die Compression nur durch einen Widerstand entstehen kann. Die nach dem Aufhören des Druckes oft noch fortdauernde Nachempfindung ist die Folge des Fortdauerns des von dem druckenden Gewichte in den Tastnerven hervorgerufenen Erregungszustandes.

Funke, welcher an Hunden im Zustande der Narcose die einzelnen Nervenpaare in der Nähe der Spinalganglien trennte und hierauf die dadurch anästhetisch gewordenen Stellen der Haut bestimmte, suchte hiedurch die Verbreitungsbezirke der Spinalnerven zu vermitteln. Es stellte sich dabei heraus, daß das einzelne Nervenpaar in einem großen Theil seines Hautbezirkes die Sensibilität so ausschließlich vermittelt gegenüber den Nachbarpaaren, daß nach dessen Trennung die heftigsten mechanischen Eingriffe keine Empfindung mehr hervorzurufen im Stande sind. Am Halse und am Rumpfe stellen diese Verbreitungsbezirke bandähnliche Streifen dar, welche von den Dornfortsätzen in einer auf der Längenachse des

Körpers beinahe wagrechten Richtung bis zur vordern Mittellinie ringsum laufen. Wenn die Extremitäten in eine gewisse Stellung zum Rumpfe gebracht werden, so zeigen die Verbreitungsbezirke in der Haut derselben mit einzelnen Abänderungen ganz die ebengenannte Norm. Diese erforderliche Stellung ist für die vordern Extremitäten die seitlichrechtwinklige gegen den Rumpf, mit vollkommener Streckung in allen Gelenken bei etwas supinirter Hand; für die hintern gleichfalls die der vollkommenen Streckung in allen einzelnen Abschnitten, wobei aber die gestreckten Extremitäten in der Weise schief gestellt sind, daß sie mit dem Schwanz des Thieres einen Winkel von ungefähr 45° bilden mit gleichzeitiger mäßiger Auswärtsrollung. Die Uebereinstimmung der beiderlei Bezirke läßt sich bildlich dadurch versinnlichen, daß sich die Bezirke der Extremitäten ungefähr so verhalten, als wären sie ursprünglich an den Seiten des Halses und Rumpfes wie alle andern verlaufen und erst später durch die sich bildenden Extremitäten als Ueberzug derselben seitlich hervorgestülpt worden, dadurch seien dann einige Bezirke so weit seitlich gezogen worden, daß sie sich von der vordern und hintern Mittellinie des Stammes ganz trennten, während andere an den Mittellinien hängen geblieben, zwischen beiden aber abgerissen worden seien; andere an der Grenze gelegene seien zwar in der Vollendung des Bogens um den Rumpf nicht verkürzt, allein am Rande von der sie im Austreten berührenden Extremität nachgezogen worden.

Der Bezirk des fünften Halsnerven bildet ein rings um die unterste Halsgegend verlaufendes Band, welches die Schulterblattgräthe und den obersten Theil des Oberarmgelenkes in sich faßt. An der vordern und hintern Mittellinie des Rumpfes grenzt er nach unten unmittelbar an den zweiten Brustnerven; zwischen beiden schalten sich die Bezirke des sechsten, siebenten und achten Hals- und ersten Brustnerven ein. Der Bezirk des sechsten Halsnerven liegt bei der oben angegebenen Stellung zu oberst an der Streckseite des Schultergelenkes und verlängert sich spitzig zum Ellenbogengelenke. Diese Spitze umgreift gabelförmig den Bezirk des siebenten Halsnerven an der innern und äußern Seite des Oberarms und verlängert sich an der Radialseite des letztern nach der ersten Zehe. Der Bezirk des achten Halsnerven erstreckt sich unter ihm an der Rückseite des Vorderarms über den Rücken der Hand und einige Zehen. Wenn man sich das Thier in aufrechter Stellung denkt,

so versieht der erste Brustnerv die untere Fläche des Vorderarms und die Volarfläche der Hand und der übrigen Zehen. Der Bezirk des zweiten Brustnerven läuft von den Dornfortsätzen aus über den Rücken auf die äußere Seite des untern Theils des Oberarms bis zum Ellenbogengelenke. Das Endstück des Bezirkes des vordern Astes liegt als ein isolirter Fleck an der vordern Mittellinie des Rumpfes. Der dritte Brustnerv versieht die hintere oder untere Fläche des Oberarms, welche an den bogenförmig um den Rumpf laufenden Theil seines Bezirkes grenzt. Die Bezirke der übrigen Brustnerven verhalten sich nach der allgemeinen Norm. Die Bezirke der drei ersten Lendennerven verlaufen über die Bauchschenkelfalte nach der vordern Mittellinie des Rumpfes, welche sie jedoch nicht erreichen, indem sie nur bis zum Bezirke des vierten Lendennerven gelangen, welcher einen Theil des Darmbeines, der äußern, vordern und innern Fläche des Oberschenkels umfaßt und am Bauch bis zur Mittellinie geht. Das Ende dieses Bezirks auf diesem Wege bildet ein großer Theil der an der Mittellinie des Bauches befestigten Haut des Penis mit Ausschluß der Vorhaut. Am Rücken erreicht der vierte Lendennerv nicht die Mittellinie des Rumpfes. Der Bezirk des fünften Lendennerven verläuft an der innern und vordern, der des sechsten an der äußern und vordern Seite des Unterschenkels und eines Theiles der Dorsalfläche des Fußes sammt Zehen, während der siebente Lendennerv den Rest des Fußes sammt den Zehen versieht. Der Bezirk des ersten Sacralnerven verläuft schief an der äußern, hintern und innern Fläche des Oberschenkels, erstreckt sich bis zur hintern Mittellinie des Rumpfes, an welcher er an den Bezirk des dritten Lendennerven grenzt, reicht aber nicht bis zur vordern Mittellinie. Die Bezirke des zweiten und dritten Sacralnerven, von denen der erstere das Scrotum, Präputium, beim Weibchen die Schamlippen umfaßt und an der vordern Mittellinie des Rumpfes an den Bezirk des vierten Lendennerven grenzt, liegen am untersten Abschnitte des Rumpfes bis zur Raphe. Die hauptsächlichsten Bezirke der untern Extremitäten schalten sich also nach vorne zwischen den Bezirk des vierten Lenden- und zweiten Sacralnerven, nach rückwärts zwischen jenen des dritten Lenden- und ersten Sacralnerven ein.

Was das durch die sensiblen Nerven ebenfalls zur Empfindung bringende Gefühl von Wärme und Kälte, den sogenannten Tem-

peratursinn, betrifft, so theilt sich bekanntlich bei der Berührung eines Körpers, dessen Temperatur eine höhere oder niedere ist, als die unserer Haut, derselben im ersten Fall Wärme mit, während ihr im letztern Fall Wärme entzogen wird; wir fühlen also einen Gegenstand nur dann als warm, wenn er wirklich wärmer, und nur dann als kalt, wenn er wirklich kälter ist, als unsere Hand; durch diese Erhöhung oder Erniederung der Hauttemperatur entsteht eine physische Bewegung der die Nerven umgebenden Hauttheile, durch welche die Nerven erregt werden: wird der Haut Wärme entzogen, so entsteht das Gefühl von Kälte, wird ihr Wärme mitgetheilt, Wärme. Dieses Gefühl von Kälte und Wärme dauert übrigens nur so lange, als der Ausgleichungsproceß zwischen der Temperatur des äußern Objects und der unserer Haut dauert; ist diese ausgeglichen, dann hört die Empfindung auf.

Die Stärke der Temperaturempfindung hängt wesentlich von der Schnelligkeit der Wärmeabgabe ab, denn je schneller Wärme entzogen oder gegeben wird, um so intensiver ist auch die Bewegung unserer Hauttheilchen, daher ist ein Stück Metall, welches dieselbe Temperatur hat wie ein Stück Holz, für unser Gefühl viel kälter, weil das Metall, als guter Wärmeleiter, die Wärme viel schneller entzieht, als das Holz. Weber hat den Beweis geliefert, daß auch die wechselnde Größe unserer Hauttemperatur eine veränderte Empfindung hervorruft, und zwar durch folgenden Versuch: Taucht man nämlich die Hand eine Zeit lang in Wasser von + 10° C. und dann in Wasser von + 20°, so erzeugt das letztere Anfangs Wärmegefühl, welches aber bald in Kälte übergeht. Das Wasser von + 10° setzt nämlich unsere Hauttemperatur herab, so daß dieselbe von einem Wasser von + 20° Anfangs Wärme aufnimmt; da aber das Blut + 37° C. hat, so muß bald ein Zeitpunkt eintreten, wo das Wasser von + 20° der von Innen erwärmten Haut Wärme entzieht. Taucht man in ein Wasser von einer gewissen Temperatur den Finger einer Hand und in ein anderes Wasser von derselben Temperatur die ganze Hand, so ist das Temperaturgefühl an der ganzen Hand ein viel größeres, als das des Fingers, weil, wie uns Weber gezeigt, die Zahl der auf einmal gereizten Nervenfasern auch die Intensität des Reizes verstärkt; je größer also die Tastfläche, desto größer die Empfindung. Ebenso kann der Temperatureinfluß die Nerven um so kräftiger erregen, je dünner die Epidermis ist.

Die Zustände aller sensiblen Organe unseres Körpers stellen sich dem Bewußtsein als eigene Gefühlsempfindungen dar, die man zusammen „Gemeingefühl" nennt.

Die verschiedenen Qualitäten dieses Gemeingefühls sind: Durst, Hunger, Schmerz, Kitzel, Müdigkeitsgefühl. Wenn das Blut entweder durch mangelhafte Aufnahme von Wasser oder durch übermäßige Abgabe desselben durch die Secretionsorgane wasserarm geworden, dann entsteht das Gefühl des Durstes. Mit Recht sucht übrigens Funke die nächste Ursache der Durstempfindung in der mangelhaften Durchfeuchtung des Parenchyms der Schleimhaut, welches die Gaumennervenenden umgibt, weil derselbe durch Anfeuchtung des weichen Gaumens gestillt wird, ohne daß das Gesammtblut die fehlende Wassermenge erhält, eine Erscheinung, die übrigens wieder in der Wasserarmuth des Gesammtblutes ihren Grund hat, welche wegen diesem Mangel weniger Wasser in das Parenchym dieser, mit Luft stets in Berührung stehenden Schleimhaut transsudirt, als die fortwährende Wasserabgabe nach Außen zum Ersatz nöthig hat.

Vom Hunger wissen wir zunächst, daß er in Folge von mangelhafter Zufuhr fester Nahrung entsteht, und daß dieser Mangel eine Erregung der sensiblen Nerven der Magenschleimhaut hervorruft, welche in uns das Gefühl erzeugt, welches man mit dem Namen „Hunger" bezeichnet, und dieses Gefühl wird durch den Vagus zum Bewußtsein gebracht, denn dieser Nerv hat beim Magen die Bestimmung, das Verhältniß desselben zu der Ingestis, als seinen adäquaten Reizen, zu percipiren; Ruhe ist daher bei demselben Sättigung, Reiz Hunger, Verstimmung durch fremdartige Reize Ekel. Weil nun aber dieses Gefühl von Hunger auch durch Substanzen vernichtet wird, welche, in den Magen gebracht, gänzlich unverdaulich sind und weiter nichts als eine vermehrte Secretion des Magensaftes hervorrufen, so können wir mit Funke aus dieser Thatsache den Schluß ziehen, daß diese Erregung der sensiblen Nerven des Magens, welche wir Hunger nennen, zunächst durch eine gestörte Secretion der Magendrüsen hervorgerufen wird.

Da in jedem Muskel neben dem motorischen Nerven sich auch sensible verbreiten, so kann jede zu starke Erregung eines Muskels sich zum Schmerze steigern, wie z. B. zu starke und anhaltende Contraction im Krampfe. Daß übrigens der Schmerz nicht die

Folge der Erregung von motorischen, sondern der sensiblen Nerven ist, geht schon aus dem Umstande hervor, daß der Schmerz oft noch da ist, wenn die Contraction schon längst aufgehört hat.

Die im gewöhnlichen Leben als verschiedene Qualitäten (stechend, brennend, beißend u. dgl.) des Schmerzes bezeichneten Gefühle beruhen nach Weber nur in der Verschiedenheit desselben an Intensität, Dauer und Ausbreitung. Ein mäßiger Reiz eines peripherischen Nervenendes erzeugt nur ein bestimmtes Gefühl, je nach der Qualität des einwirkenden Reizes; ist aber derselbe Reiz sehr intensiv, dann entsteht Schmerz. Den Ort des Schmerzes, oder vielmehr des den Schmerz hervorrufenden Reizes, fühlen wir nur dann als richtig, wenn der Reiz auf die peripherischen Nervenenden einwirkt; trifft dagegen ein Reiz eine Nervenfaser in ihrem Verlauf, so fühlen wir den Schmerz nicht an der Stelle der Einwirkung des Reizes, sondern nur am peripherischen Ende des Nerven, was außer einer Menge von Erscheinungen namentlich das Schmerzgefühl am amputirten Gliede beweist.

Wie soeben bemerkt wurde, muß der einwirkende Reiz einen gewissen Grad von Stärke erreichen, wenn er das Gefühl von Schmerz erregen soll; so muß z. B. ein thermischer Reiz einen gewissen Grad, entweder Erhöhung oder Erniederung, erreichen, um wirklich Schmerz zu erregen. Ist dann in Folge eines thermischen Reizes Schmerz eingetreten, dann wird nach Weber das Vermögen, Wärme und Kälte als solche zu empfinden, an den betreffenden Hautstellen auf einige Zeit aufgehoben, wie beim Eintauchen einer Hand in so heißes Wasser, daß Schmerz entsteht, ein kalter Gegenstand nicht mehr als solcher gefühlt wird, wenn wir unmittelbar nach dem Herausziehen aus dem heißen Wasser diesen Gegenstand berühren, da sich das Vermögen, Kälte zu empfinden, erst allmählich wieder herstellt, welche Erscheinung ihren Grund darin hat, daß ein zu hoher oder zu niederer Temperaturgrad das Leistungsvermögen der Nerven für einige Zeit aufhebt. Was nun den Grad der Erhöhung oder der Erniederung der Temperatur betrifft, welche im Stande ist, Schmerz zu erregen, so ist hiezu nach Weber eine Wärme von 40 und eine Kälte von 10° R. erforderlich, die auf eine große Fläche und die erforderliche Zeit einwirken muß. In je größerm Umfang nämlich die eben bezeichnete heiße oder kalte Temperatur auf unsere Haut einwirkt, um so schneller und um so heftiger müssen

wir auch den Schmerz fühlen, weil, wie wir oben gesehen, die Zahl der auf einmal gereizten Nervenfasern auch die Intensität des Reizes verstärkt und die Stärke der Empfindung mit der Größe der Tastfläche in geradem Verhältnisse steht; tauchte Weber einen Finger in ein Wasser von 39° R., so empfand er keinen Schmerz, auch wenn er den Finger noch so lange darin ließ, während, wie ich mich durch eigene Versuche oft überzeugte, gleich Schmerz entsteht, wenn man in dasselbe heiße Wasser die ganze Hand eintaucht. Selbstverständlich leitet, wie wir oben gesehen, eine sehr dünne Epidermis den Schmerz schneller zu den Nervenenden, als eine dickere, weil die schmerzerregende Kälte oder Hitze ein für allemal durch die Epidermis auf die Nervenenden einwirken muß, aus welchem Grunde die der Epidermis beraubten Stellen gegen äußere Reize so sehr empfindlich sind.

Das Schmerzgefühl ist übrigens subjectiv sehr verschieden; während z. B. manche Menschen einen Gegenstand von einer gewissen Temperatur lange in der Hand halten können, lassen andere denselben aus Schmerz gleich fallen, was zum Theil auf der subjectiv sehr verschiedenen Erregbarkeit des Nervensystems überhaupt, zum Theil aber auch auf Gewohnheit beruht, wie wir dieses am auffallendsten bei Köchinnen, die sehr oft in die Lage kommen, heiße Gegenstände mit der bloßen Hand zu fassen, sehen können, und welche wirklich im Stande sind, Gegenstände von hoher Temperatur von einem Ort zu einem andern zu tragen.

Durch einen gewissen Wärmegrad wird der Schmerz schneller und stärker hervorgerufen, als durch einen gewissen Grad von Kälte; so erregt z. B. nach Weber eine Temperatur, welche 20° höher ist, als die des Blutes, einen größern Schmerz, als eine Temperatur, welche 20° niederer ist, als die des Blutes.

Geschmackssinn.

Die Geschmacksempfindungen werden durch Erregung der peripherischen Enden des Nervus glossopharyngeus und vielleicht auch des Ramus lingualis nerv. trigemini, und zwar durch Einwirken

verschiedener flüssiger, oder in den Mundflüssigkeiten sich lösenden Stoffe hervorgerufen, wobei möglicher Weise auch die Chorda tympani eine Rolle spielt. Dieser bekanntlich vom Facialis kurz vor seinem Austritt aus dem Canalis Fallopii durch das Foramen stylomastoideum entspringende Nerv tritt zunächst in die Paukenhöhle, dann durch die Fissura Glasseri wieder heraus und senkt sich, nachdem er an der innern Seite des Nervus alveolaris inferior herabgestiegen, in den Ramus lingualis des dritten Astes des Trigeminus, von wo er seine Fäden theils zur Zunge, theils zum Ganglion maxillare schickt. Der Grund, warum auch diesem Nerv ein Antheil an dem Geschmacksinn zugeschrieben wird, sind, abgesehen von seinem anatomischen Verlauf, hauptsächlich pathologische Beobachtungen, von denen einige entschieden für eine solche Theilnahme sprechen, während dieses bei andern wieder weniger der Fall ist. So hatte unter Andern auch ich vor kurzer Zeit Gelegenheit, eine heftige entzündliche Affection der innern Theile des linken Ohres bei einem jungen Mann zu beobachten, welcher während der ganzen Dauer dieser Affection unter Anderm namentlich auch darüber klagte, daß er auf der linken Seite der Zunge einen ganz veränderten Geschmack habe, wobei aber die Tastempfindlichkeit derselben Seite normal war. Auch Williamson erzählt einen Fall von krankhaftem Ergriffensein der Trommelhöhle und wahrscheinlicher Affection der Chorda tympani, in welchem das Geschmacksvermögen der betreffenden Zungenhälfte vollkommen verschwunden war, während die Tastempfindlichkeit sich ebenfalls vollkommen erhalten hatte. Nach 14 Tagen kehrte in dem von Williamson beobachteten Falle das Geschmacksvermögen wieder zurück, während in dem von mir beobachteten Falle mit dem Verschwinden der Affection sich auch der normale Geschmack wieder einstellte.

Außer den Aesten der Chorda tympani sind es der Nervus glossopharyngeus, der Ramus lingualis des Trigemini und der Nervus hypoglossus, welche sich in der Zunge ausbreiten. Was nun zunächst den letztern betrifft, so kann von diesem bezüglich des Geschmackes keine Rede sein, da dessen rein motorische Function jetzt bestimmt erwiesen ist; es handelt sich also nur um den Lingualast des Trigeminus und um den Glossopharyngeus. Bezüglich des erstern haben Bell, Bischof und Rhomberg Fälle von einseitiger Geschmacklosigkeit beobachtet, wo Geschwülste auf den dritten Ast des

Trigeminus drückten. Dagegen haben wieder in neuerer Zeit Pionizza und Valentin Versuche an Thieren angestellt, denen man in Milch gelöste Coloquinten gab, eine ganz geruchlose aber stark bittere Lösung. Im Normalzustande wiesen diese Thiere diese Milch stets zurück, dasselbe thaten auch diejenigen, bei denen der Lingualast des Trigeminus durchschnitten, der Nervus glossopharyngeus aber unversehrt war, wogegen Thiere mit durchschnittenem Glossopharyngeus und unversehrtem Lingualast diese Milch ohne Widerwillen verzehrten. Diese Erfahrungen und die Beobachtung pathologischer Fälle, wo bei Lähmung des Glossopharyngeus vollständiger Verlust des Geschmackes, bei totaler Lähmung des Trigeminus aber unversehrter Geschmack beobachtet wurde, lassen allerdings mit ziemlicher Sicherheit schließen, daß der Glossopharyngeus der einzige Geschmacksnerv und der Lingualast des Trigeminus nur Tastnerv sei. In dieser Beziehung ist auch ein im Jahre 1840 von Bernard veröffentlichter Fall von Interesse. Bei einem 64jährigen Manne zeigte sich in Folge von zwei Schußwunden in den Schädel bei der Section eine gänzliche Erweichung des Quintus, so daß er auf der Spitze des Felsenbeins leicht zerreiblich war und das Ganglion Gasseri auch Theil an der Erweichung nahm; in diesem Falle war der Geschmack vollkommen erhalten, während die Zunge das Gefühl vollständig verloren hatte. Andere Fälle beweisen wieder das Gegentheil, so ein Fall bei einem Professor zu Cherbourg, wo ein Arzt, welcher Caries und eine Fistel des Oberkiefers zu erkennen glaubte, beim Eindringen in den Sinus ein Stück des Oberkiefers zerbrach, worauf gleich unter furchtbarem Schmerz der Mund auf die Seite gezogen wurde und der Geschmack der entsprechenden Seite vollkommen verloren ging. Ebenso beobachtete Vallez einen Fall, wo die rechte Wange durch einen tiefen Schnitt mit einem Rasirmesser stark verletzt wurde, und neben Hyperämie des Auges, Anästhesie der Gesichtshaut, Geschmacklosigkeit der rechten Seite der Zunge folgte, Erscheinungen, welche von der ursprünglichen Verletzung eines Astes des Trigeminus ausgingen. Wenn nun diese Fälle, auch die von mir und Williamson angeführten, allerdings für eine Theilnahme des Lingualastes des Trigeminus an der Geschmacksempfindung sprechen, so könnte man bezüglich der Geschmacksveränderung bei krankhaften Affectionen des innern Ohres allerdings noch die Möglichkeit hervorheben, daß dieselbe durch Affection des aus dem

Ganglion petrosum des Glossopharyngeus entspringenden Nervus tympanicus, des Hauptnerven der Paukenhöhle, welcher auf den Glossopharyngeus selbst zurückwirkt, entstehe, und also nicht von einer Affection der Chorda tympani herrühre. Wie wir weiter unten sehen werden, haben objective Untersuchungen den Beweis geliefert, daß die vom Facialis entspringende Chorda tympani wirklich der Geschmacksempfindung vorstehe, aber nur am Rande der Zunge und nur durch Beimischung der Fasern des Trigeminus.

Was nun den eigentlichen Sitz des Geschmackssinnes betrifft, so glaubte man früher, daß derselbe über die Schleimhaut der ganzen Mundhöhle, die ganze Oberfläche der Zunge, sowie über den obersten Theil des Schlundes ausgebreitet sei, während Wagner und Bidder nur den hintern Theil des Zungenrückens als den eigentlichen Ort bezeichneten, welcher im Stande ist, die wahren Geschmacksempfindungen zu vermitteln. Mit Recht macht übrigens Funke in dieser Beziehung auf den Umstand aufmerksam, daß man bei genauer Prüfung des Geschmacks gewisser Substanzen dieselben stets auf den hintern Theil der Zunge bringt und mit dieser gegen den harten Gaumen reibt, durch welche Reibung natürlicher Weise das Eindringen der zu schmeckenden Substanzen durch die Epidermis auf die Endigungen der Geschmacksnerven sehr begünstigt wird.

Bekanntlich befinden sich in der Schleimhaut der Zunge verschiedene Arten von Papillen, wie die Papillae vallatae, die Papillae filiformes und die fungiformes. Die ersten liegen am hintern Theil des Rückens der Zunge und gerade in sie gehen die feinsten Aeste des Glossopharyngeus, welche nach Remak, Kölliker und Schiff mikroskopische Ganglien haben, die besonders an den Theilungswinkeln sitzen. Diese Papillae vallatae sind auch sehr nervenreich, und die zahlreichen in die zusammengesetzte Papille eintretenden Aestchen bilden nach Funke in derselben einen dicken Plexus, aus welchem die Fasern büschelweise zu den einfachen, unter dem Epithelium liegenden Schleimhautpapillen aufsteigen und dort wahrscheinlich frei endigen. Die Papillae fungiformes, welche besonders an der Zungenspitze in großer Anzahl vorkommen, sowie die Papillae filiformes, welche sich auch auf der vordern Hälfte des Zungenrückens befinden, enthalten vorzugsweise die Endäste des Lingualastes des Trigeminus.

Bezüglich des Sitzes des Geschmacks kann ich nach vielen Unter-

suchungen an mir selbst und Andern mit intensiv bittern und süßen Lösungen mit Bestimmtheit behaupten, daß diese Lösungen an der Spitze der Zunge so schnell und so gut Geschmacksempfindungen hervorrufen, als auf der hintern Seite des Zungenrückens. Dagegen konnte ich auf dem untern Theil der Zunge, auf dem Boden der Mundhöhle und dem harten Gaumen mit denselben Substanzen bei gehöriger Vorsicht vor einer Diffusion keine Spur von Geschmacksempfindung wahrnehmen. Auch die Versuche mit der Spitze der Zunge machte ich so, daß keine Diffusion der schmeckbaren Substanzen durch den Speichel möglich war, und dieselben allenfalls auf diese Art auf den Zungenrücken hätten gebracht werden können; überdieß war der Zeitraum zwischen dem Auftragen der schmeckbaren Substanz und der Geschmacksempfindung so kurz, gleichsam nur ein Moment, daß die Geschmacksempfindung unmöglich durch Diffusion im Speichel auf dem Rücken der Zunge hätte zu Stande kommen können. Brachte ich dagegen dieselbe schmeckbare Substanz auf den hintern Theil des Zungenrückens der herausgestreckten Zunge, so entwickelte sich der Geschmack derselben erst nach einiger Zeit, also nicht so schnell wie auf der Spitze. Nach dem oben Gesagten entwickelt sich der Geschmack durch Andrücken des Zungenrückens an den harten Gaumen nur aus dem Grund schnell und stark, weil durch diesen Druck das Eindringen durch das Epithelium der schmeckbaren Substanzen befördert wird, was beim bloßen Darauflegen derselben auf diese Stelle ohne dieses Andrücken nicht der Fall ist. Auch bei vielfältigen eigenen Versuchen kam ich zu der Ueberzeugung, daß bittere Substanzen an dem hintern Zungenrücken intensiver empfunden werden, süße dagegen an der Spitze.

Wie schon bemerkt wurde, besteht die Geschmacksempfindung in der Erregung der peripherischen Enden der Geschmacksnerven durch die schmeckbare Substanz, und damit dieses möglich werde, muß diese Substanz durch das Epithelium der Zunge und die Substanz der Papillen bis zu den Nervenendigungen dringen, was nur bei tropfbar flüssigen Substanzen möglich ist, daher also nur lösliche und gelöste Stoffe eine Geschmacksempfindung hervorzurufen im Stande sind und ein in Wasser unlöslicher Stoff gar keinen Geschmack hat; je concentrirter eine solche Lösung ist und mit einer je größern Fläche der Zunge dieselbe in Berührung kommt, um so intensiver ist die Geschmacksempfindung, weil auf einer größern Fläche mehr

Nervenfasern zugleich erregt werden. Ebenso wird diese erhöht durch die Länge der Zeit, während welcher die schmeckbare Substanz mit der Zunge in Berührung ist, weil in einer längern Zeit mehr imbibirt wird und also mehr Nervenenden erregt werden.

Die sogenannten subjectiven Geschmacksempfindungen sind Thatsache, und jeder Arzt hat Gelegenheit genug, solche zu beobachten; namentlich ist unter diesen der bittere Geschmack besonders vorherrschend, wie man ihn bei catarrhalischen Affectionen der Zunge häufig beobachten kann, wo er wohl die Folge einer Reizung der Papillen und besonders der Papillae vallatae, die für diesen Geschmack besonders empfänglich sein sollen, zu sein scheint, worauf namentlich noch der Umstand hinweist, daß man in solchen Fällen diese Papillen in einem hypertrophischen Zustande beobachten kann. Daß in vielen Fällen eine besondere Blutbeschaffenheit die Ursache abnormer Geschmacksempfindungen sein kann, geht aus dem eigenthümlichen Geschmack bei Blei- und Quecksilbervergiftungen hervor, sowie bei Resorption von Gallenstoffen in das Blut. Die abnormen Geschmacksempfindungen bei dem sogenannten Speichelflusse in Folge des Genusses von Quecksilberpräparaten möchte ich übrigens nicht unmittelbar dem Blute zuschreiben, sondern vielmehr der abnormen Speichelsecretion, durch welche bekanntlich Quecksilber unmittelbar auf die Zunge gebracht wird.

Ueber den Geschmackssinn hat in der neuesten Zeit, im Jahre 1856, R. Schirmer Versuche veröffentlicht, deren Resultate folgende sind: Schirmer glaubt, daß mit jedem besondern Geschmack auch eine besondere Tastempfindung verbunden sei, so mit dem bittern Geschmacke eine adstringirende, mit dem sauren Geschmack concentrirter Lösungen eine stechende, mit dem süßen Geschmack des Zuckers eine kitzelnde Tastempfindung, sowie mit dem salzigen Geschmack eine beißende, und erkennt, dem entsprechend, der Gerbsäure und dem reinen Weingeist keinen Geschmack zu. Neben dem Tastsinn ist nach ihm bei sehr vielen im Munde befindlichen Substanzen der Geruch wesentlich betheiligt, wie bei den Spirituosen, ätherischen Oelen, aromatischen Tincturen, Milch und bei allen Arten von Fetten, den verschiedenen Fleischarten u. dgl., welche alle mehr oder weniger durch den Geruch entschieden werden. Daher bezeichnet Schirmer, mit Ausschluß der Tastempfindung, nur das als Geschmack, was bei verschlossenen Nasenlöchern an denjenigen Substanzen wahrgenommen

wird, welche in den Mund gebracht und mäßig auf der Schleimhaut bewegt werden, und unterscheidet daher nur vier Arten dieses Geschmackes, nämlich den bittern, süßen, sauren und salzigen.

Bezüglich des Ortes, wo die wahre Geschmacksempfindung entsteht, fand Schirmer, ganz übereinstimmend mit meinen eigenen Versuchen, indem er die zu prüfenden Substanzen lauwarm mit einem Pinsel applicirte, daß auf der Zungenspitze eine deutliche Geschmacksempfindung entsteht, was, wie auch ich beobachtete, nicht so der Fall war, wenn diese Substanzen vorsichtig auf den mittlern Theil der Zunge gebracht wurden. Mit Ausnahme der Zungenwurzel von den Papillae vallatae an, den Zungenrändern von der Spitze bis zur Basis und ganz besonders der Spitze selbst, besitzen nach Schirmer alle übrigen Theile der Zunge durchaus kein Geschmacksvermögen. An der Uvula, sowie wenige Linien hinter dem Rande des harten Gaumens fehlt der Geschmack, während man ihn an dem in der nächsten Nähe des harten Gaumens liegenden weichen Gaumen noch trifft. Von allen Theilen im Munde hat die vom Arcus glossopalatinus zum hintern Theil der Zunge tretende Schleimhaut die stärkste Geschmacksempfindung, während die Schleimhaut unter der Zunge, das Zahnfleisch, Lippen, Wangen, die Schleimhaut an der hintern Seite des weichen Gaumens, auf der Uvula, den Tonsillen und dem Arcus glossopharyngeus durchaus kein Geschmacksvermögen besitzt. Die von Valentin gemachte Beobachtung, daß bei verschiedenen Personen verschiedene Gegenden des weichen Gaumens Geschmacksempfindungen besitzen, fand Schirmer nicht. Schirmer ordnet seinen Versuchen zufolge die verschiedenen Schleimhautgegenden des Mundes, bezüglich der Schärfe ihres Geschmacksvermögens, auf folgende Art: 1) Der untere Theil des Arcus glossopalatinus. 2) Der obere Theil des weichen Gaumens. 3) Die Zungenspitze. 4) Die Basis der Zunge. 5) Die Zungenränder. Der Umstand, daß beim Hinunterschlucken der Geschmack am deutlichsten auftritt, kommt nach Schirmer nicht auf Rechnung des feinern Geschmacksvermögens am Zungengrunde, sondern auf Rechnung der Größe der in diesem Falle schmeckenden Schleimhautoberfläche. Eine Substanz, welche an einer jener Gegenden geschmeckt wird, wird an allen geschmeckt, und die Ansicht, wornach in dieser Beziehung Unterschiede stattfinden sollen, beziehen sich nach Schirmer auf Substanzen, welche mehr den Geruch afficiren und

auf der in der Nähe der Choanen sich befindlichen Zungenbasis dieses leichter zu thun im Stande sind, als auf der Zungenspitze.

Die weitere Ansicht, daß ein und dieselbe Substanz auf verschiedenen schmeckenden Schleimhautstellen verschiedene Arten des Geschmackes hervorrufen soll, hat Schirmer seinen Versuchen zufolge ebenfalls nicht bestätigt gefunden.

Schirmer stellte auch Versuche mit Mischungen der vier Geschmacksarten an, indem er Salz, Zucker, Essig und schwefelsaures Chinin je zwei so vermischte, daß in jeder Mischung die eine der beiden Substanzen prävalirte und fand dabei Folgendes:

a) Salz und Zucker, Salz prävalirend: Auf der Zungenspitze und der Basis wurde zuerst das Salz erkannt, darauf erst der Zucker; am weichen Gaumen wurde nur das Salz deutlich wahrgenommen, am Arcus glossopalatinus traten beide Geschmäcke gleichzeitig auf. Bei prävalirendem Zucker wurde das Salz zuerst und zwar sowohl auf der Spitze als auf der Basis der Zunge, darauf erst der Zucker geschmeckt, ebenso auch am weichen Gaumen; dagegen wurde am Gaumenzungenbogen der Zucker kaum geschmeckt. Diese Mischungen brachten hinten im Munde stets Ekel hervor.

b) Salz und Essig. Als das Salz prävalirte, wurde bei verschlossenen Nasenlöchern überall das Salz allein geschmeckt, bei offenen wurde dagegen auch sogleich der Essig erkannt. Bei Prävalenz des Essigs wurde auf der Zunge zuerst nur Salz, bald darauf der Essig allein wahrgenommen; ebenso verhielt es sich am weichen Gaumen, während am Gaumenzungenbogen nur der Essig erkannt wurde.

c) Salz und schwefelsaures Chinin. Bei überwiegendem Salze wurde auf der Zunge und besonders an deren Spitze zuerst das Salz, darauf das Chinin und endlich das Chinin allein geschmeckt; am weichen Gaumen zuerst das Salz, weniger scharf, nach einiger Zeit auch das Chinin; am Arcus glossopalatinus beide zugleich, nur dauerte der bittere Geschmack länger. Bei vorherrschendem Chinin wurde sowohl auf der Zunge, als auch auf dem weichen Gaumen zuerst das Salz, darauf das Chinin geschmeckt, am Zungengaumenbogen das Chinin allein.

d) Zucker und Essig. Bei prävalirendem Zucker trat zuerst auf der Zunge süßer, dann saurer Geschmack auf, am weichen Gaumen trat der süße allein, am Zungenbogen beide zugleich auf. Bei vor-

waltendem Essig brachte diese Mischung auf der Zunge zuerst einen süßen, kurz darauf einen sauren Geschmack hervor, ebenso am weichen Gaumen, doch dauerte der süße daselbst länger. Am Arcus glossopalatinus traten auch beide Geschmacksempfindungen gleichzeitig auf, nur verschwand der süße früher.

e) Zucker und Chinin. Bei vorherrschendem Zucker trat auf der Zunge zuerst der süße Geschmack auf, wurde aber bald vom bittern verdrängt, während der süße Geschmack am weichen Gaumen etwas länger dauerte. Am Zungengaumenbogen traten beide zugleich auf, nur verschwand der süße früher. Bei vorherrschendem Chinin erschien auf der Zunge und dem weichen Gaumen zuerst der süße, dann der bittere Geschmack, welcher lange andauerte, am Zungengaumenbogen wurde nur das Bittere wahrgenommen.

f) Essig und Chinin. Bei vorherrschendem Chinin wurde auf der Zunge und dem weichen Gaumen das Saure allein deutlich wahrgenommen, während am Zungengaumenbogen das Saure und Bittere zugleich empfunden wurde, nur dauerte das Bittere längere Zeit. Bei vorherrschendem Chinin erschien auf der Zunge und dem weichen Gaumen zuerst der Geschmack des Essigs, dann des Chinins allein, während am Arcus glossopalatinus der bittere Geschmack nur allein auftrat.

Schirmer schließt aus diesen Erfahrungen, daß bei gemischten Substanzen die Zungenspitze den einen Geschmack schneller wahrnimmt als den andern, und daß der zuerst wahrgenommene Geschmack nicht deßwegen früher wahrgenommen wird, weil er in der Mischung vorherrschend ist, indem vielmehr der salzige Geschmack schneller als der süße, der süße schneller als der saure, und dieser schneller als der bittere daselbst erkannt wird, und der zuerst auftretende Geschmack verschwindet auch zuerst, aus welchem Grunde der bittere am längsten dauert. Aehnlich wie die Zunge verhält sich auch der weiche Gaumen, nur tritt hier der zweite Geschmack später auf, als auf der Zunge. Der Zungengaumenbogen nimmt beide Geschmacksempfindungen gleichzeitig wahr, nur verdrängt daselbst der bittere Geschmack, wenn er in der Mischung vorherrscht, alle übrigen. Als den Grund dieser Verschiedenheiten sieht Schirmer den Umstand an, daß die schmeckenden Organe an der Zunge und dem weichen Gaumen tiefer liegen, also von mehrern Schichten bedeckt sind, als am Zungengaumenbogen. Aus diesen Beobachtungen läßt sich auch das

Wesen des sogenannten Nachgeschmackes, welcher meistens ein bitterer ist, erklären.

Da Meißner an den größern, rundlichen Papillen der Froschzunge, die den Papillae fungiformes entsprechen, die Beobachtung machte, daß sich die in großer Anzahl eindringenden Primitivfasern wie die des Olfactorius verhalten, so bestätigte er die Ansicht Schirmers, es möchten die Enden der Geschmacksnerven in ähnlicher Weise zwischen den Epithelialzellen der Zunge und den übrigen Geschmacksgegenden zu suchen sein, wie Eckhardt und Schultze die Enden der Geruchsnerven in der Schleimhaut der Nase gefunden haben.

Wie viele Andere, so kam auch Schirmer bei seinen Versuchen zu der Ansicht, daß sowohl der Trigeminus als der Glossopharyngeus Geschmacksnerven seien, wofür nach ihm die meisten von Andern angestellten Versuche, Vivisectionen, sowie pathologische Thatsachen sprechen.

Ueber die Epithelialzellen und die Endigungen der Nervenfasern in der Zunge hat im vorigen Jahre Billroth die Resultate solcher Beobachtungen an der Froschzunge, und zwar hauptsächlich an Chromsäurepräparaten, welchen nachher, je nach dem Bedürfnisse, Essigsäure, Natron, Glycerin zugesetzt wurde, bekannt gemacht. Nach diesen sind sowohl die feinen, langen, als die breiten Papillen, in welche die Froschzunge auf der Oberfläche ausgeht, aus einer Anzahl feiner Fibrillen zusammengesetzt, und enthalten außerdem eine Anzahl Kerne, welche in den Fibrillen liegen, aber nicht in harmonischer Anzahl, wie die letztern. Die Epithelialzellen auf den Papillen fand Billroth, im Widerspruch mit Leydig, alle mit Cilien besetzt, welche beinahe immer in lebhafter Bewegung waren; dieselben zeichnen sich dadurch aus, daß sie alle mit kurzen oder längern Fortsätzen versehen sind, wodurch sie in einem unmittelbaren Zusammenhange mit den Fibrillen der Papillen stehen, so daß die Epithelialzellen als die Endigungen der Papillarfibrillen erscheinen. Wie bei den Epithelialzellen der Nasenschleimhaut, haben auch hier manche Zellen zwei und mehrere, und zwar auch seitliche Fortsätze.

Die Nervenfasern sieht man nach Billroth bei Zusatz von Natron in den Zungenpapillen leicht als doppeltcontourirte Fasern bis dicht unter die Epithelialzellen verlaufen, wo sie sich dann plötzlich zuspitzen. Ueber den central liegenden Nervenbündeln liegen beider-

seits immer mehrere Muskelfasern, welche einen mittlern Durchmesser behalten, sich nicht weiter theilen und nach oben in den Epithelialzellen verschwinden. Am obern Theil der Papille adhäriren die Epithelialzellen ganz besonders fest, und fast immer löst sich die ganze Zellenmasse zugleich ab, wo man dann an der Oberfläche der Papille die Endigungen der Muskel- und Nervenfasern als weißblasse Fibrillen sieht. Bringt man die von der Papille gelösten Epithelialzellen, deren dunkler Inhalt und genauer Zusammenhalt dieselben charakterisirt, auseinander, so erkennt man, daß die mittlern in einer solchen Gruppe die kleinsten sind und am untern Ende eines gedrungenen Zellkörpers einen längern Fortsatz tragen, welcher in ein kleines Knöpfchen auszugehen pflegt. Diese mittlern Zellen nun hält Billroth für die Endzellen der Nervenfasern, für terminale Ganglienzellen, die man jedoch nicht im Zusammenhange mit den Nervenfasern sehen kann, weil die übrigen Epithelialzellen nicht isolirt entfernt werden können.

Ueber den Einfluß des **Nervus facialis**, resp. der **Chorda tympani**, auf den Geschmack hat in den Annalen der Berliner Charité auch **Dr.** A. Stich mehrere hieher bezügliche pathologische Fälle bekannt gemacht, welche um so mehr verdienen, hier angeführt zu werden, als es überhaupt sehr schwer, wo nicht gerade unmöglich ist, den Streit über den Einfluß der **Chorda tympani** auf den Geschmack durch Versuche an Thieren zu entscheiden, weil es bei der geringen Stärke der Geschmacksreize schwierig zu bestimmen ist, ob dieselben einen geringern oder einen stärkern Einfluß hervorbringen. Bei Paralysen des **Facialis** zeigen sich nach Stich immer verschiedene Arten von Geschmacksstörungen, und zwar immer auf der entsprechenden Hälfte des Mundes. Die eine dieser Arten ist ein dauernder alienirter Geschmack. Die andere ist eine Verlangsamung und Verminderung der Perception. Nachdem man sich in der neuesten Zeit nicht mehr, wie früher, bei der Beurtheilung dieser Zustände bloß mit den subjectiven Aussagen der Kranken begnügte, sondern auch objective Untersuchungen vornahm, hat man in der That gefunden, daß die Paralysen des **Facialis** viel häufiger mit Geschmacksbeeinträchtigungen verbunden sind, als man bisher glaubte. So hat auch Stich bei objectiver Untersuchung in neun Fällen eine Verlangsamung der Geschmacksperception gefunden, welche er auf folgende Weise anstellte. Er betupfte zuerst die kranke

Seite der hervorgestreckten Zunge mit einem kleinen Haarpinsel, welcher die schmeckbare, etwas concentrirte Substanz in so geringer Menge enthielt, daß sie nicht herumfließen konnte; hatte nun der Kranke bei einer Geschmacksempfindung ein Zeichen gegeben, so nahm er auf der gesunden Seite dieselbe Prüfung auf dieselbe Weise vor und maß die Verschiedenheit der Zeitdauer. Ein nur etwas intensiver Geschmacksreiz wird auf der gesunden Seite im Augenblick der Berührung empfunden, auf der kranken Seite aber in der Regel auffallend später. Bei denjenigen Kranken, welche Stich zum Theil mit Dr. Klaatsch untersuchte, und die subjectiv keine Geschmacksveränderung, bei der objectiven Untersuchung aber eine verlangsamte Perception zeigten, betraf diese letztere nur den Zungenrand, während die Basis der Zunge den normalen Geschmack zeigte. Das Geschmacksgebiet des **Lingualis** war also verändert, während das des **Glossopharyngeus** unverändert war. Die Ansicht, daß man die verschiedene Geschmacksalienation aus der Veränderung des Speichels erklären könne, hält Stich für unrichtig, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil, wenn die Mundflüssigkeit wirklich der Grund des verschieden alienirten Geschmackes wäre, so müßte diese sich nothwendig gleich vertheilen, und daher an der gesunden Seite und an der Zungenbasis natürlicher Weise besser geschmeckt werden, als auf der kranken Seite, welche, wie wir gesehen haben, bei directer Auftragung der schmeckbaren Substanz verminderte Energie zeigt.

Bezüglich der Geschmacksstörungen durch Lähmung des **Facialis** stellt Stich folgende pathologische Thatsachen auf:

1) Bei Lähmung des **Facialis** an der Basis des Schädels wurde in keinem Falle eine Beeinträchtigung des Geschmacks beobachtet, man mochte bloß die subjectiven Aussagen des Kranken berücksichtigen, oder selbst objective Untersuchungen vornehmen.

2) Lähmungen des **Facialis**, die ihren Grund im Felsenbein haben, sind zwar zuweilen im Stande, den Geschmack der entsprechenden Seite zu beeinträchtigen; allein es fehlt durchaus nicht an Thatsachen, welche den Beweis liefern, daß dergleichen Paralysen nicht immer eine Geschmacksbeeinträchtigung zur Folge haben.

3) Auch bei solchen Paralysen des **Facialis** kann eine Geschmacksstörung eintreten, die ihr Leitungshemmniß weit unter der Stelle, also mehr der Peripherie zu haben, als an die **Chorda**

tympani abgeht, wofür Stich einen Fall von Gesichtslähmung anführt, welche rheumatischer Natur war, den rechten **Facialis** betraf und insoferne mit einer Geschmacksstörung der rechten Zungenhälfte begleitet war, als auf dieser Alles einen metallischen Geschmack hatte.

Auch die objective Untersuchung aller von Stich beobachteten rheumatischen Paralysen (d. h. solcher, die meist nach einer Erkältung und unter Schmerz entstehen und bei denen alle vor dem **Foramen stylomastoideum** liegenden Zweige gleichmäßig ergriffen sind) ergab immer eine Geschmacksbeeinträchtigung; dasselbe ergab sich bei allen denjenigen Paralysen, welche durch einen Druck auf den **Facialis** vor dem **Foramen stylomastoideum** durch Lymphdrüsen oder andere Anschwellungen bedingt waren. Noch deutlicher zeigte sich dieses Verhältniß durch ein an einem Menschen angestelltes Experiment, dem wegen einer Knochengeschwulst ein Stück des Unterkiefers weggenommen worden war; der **Facialis** war gleich nach seinem Austritt aus dem **Foramen stylomastoideum** durchschnitten worden, der **Lingualis** dagegen unverletzt. Die Gesichtsmuskeln derselben Seite waren gelähmt, die **Uvula** stand gerade. Der Geschmack wurde mit Quassia-Extract und Salzlösung geprüft, und das Resultat war, daß das Salz auf der entsprechenden Zungenhälfte, an der Spitze und am Rande, bald für süß, bald für sauer gehalten wurde; auf der Seite der Zungenbasis dagegen, also in der Bahn der **Glossopharyngeus**, erzeugte das Salz einen deutlichen ganz normalen Geschmack; ebenso verhielt es sich auch mit dem Quassia-Extract. Während beide Substanzen auf der Seite des durchschnittenen **Facialis** immer erst nach einiger Zeit, und auch dann noch falsch angegeben wurden, wurden sie auf dem Zungenrande der andern Seite ganz richtig erkannt.

Centrale Lähmungen des **Facialis** und Lähmungen desselben an der Basis des Schädels erzeugen also keine Störung des Geschmackes; Lähmungen des **Facialis**, die ihren Grund im Felsenbein haben, bedingen zuweilen Geschmacksstörungen, wogegen aber Leitungshemmnisse, die den **Facialis** dicht nach dem Austritte aus dem **Foramen stylomastoideum** treffen, immer eine Störung des Geschmackes bedingen. Es geht hieraus hervor, daß der **Facialis** als ein bestimmter Nerv betrachtet, und nicht als eine Vereinigung verschiedener Nerven in einer Umhüllung, auf den Geschmack keinen Ein-

fluß hat, und daß der Facial-Antheil der Chorda tympani nicht die Ursache von Geschmacksstörungen abgeben kann.

Die Geschmacksstörungen bei Paralysen des Facialis im Felsenbein und außerhalb des Foramen stylomastoideum deuten darauf hin, daß der Facialis im Felsenbein und peripherisch vom Foramen stylomastoideum eine Beimischung erhält, welche diese Störungen bedingt. Da es aber, anatomisch betrachtet, nur Fasern vom Trigeminus sind, welche den Facialis auf der erwähnten Strecke begleiten können, so ist nicht eine Lähmung des Facialis, sondern die gleichzeitig bestehende Lähmung der den Facialis begleitenden Fasern des Trigeminus der eigentliche Grund der Geschmacksstörung. Die Chorda tympani besitzt nämlich neben ihrer motorischen Kraft eine nicht unbeträchtliche Sensibilität, und die Empfindlichkeit des Facialis von der Chorda tympani ab bis vor das Foramen stylomastoideum ist eine nicht zu läugnende Thatsache. Dem peripherischen Facialis werden also vor dem Foramen stylomastoideum vom Trigeminus Fasern beigemengt, welche dem durch das Foramen stylomastoideum in den Canalis Fallopii laufenden Facialis eng anliegen, mit der Chorda tympani zum Rande der Zunge verlaufen und dort als Geschmacksnerven functioniren, jedoch nicht allein; werden nun diese Fasern des Trigeminus durch eine Compression des Facialis leitungsunfähig gemacht, oder wird die Chorda tympani zerstört, dann tritt die erwähnte Geschmacksstörung ein.

Diese von Stich ausgesprochenen und auf pathologische Thatsachen sich stützenden Ansichten stimmen mit andern Beobachtungen, namentlich auch mit den von mir und Williamson beobachteten Fällen ganz überein und haben dem zu Folge mehr für sich, als andere Erklärungen hierüber.

Da man bisher annahm, daß der Geschmack nur durch tropfbar flüssige Substanzen, der Geruch dagegen nur durch gasförmige erzeugt werde, so hat Dr. Stich auch Versuche über die Schmeckbarkeit der Gase angestellt, welche folgende Resultate lieferten. Um sich zu überzeugen, daß der Geschmack ebensowohl durch Gase, als durch tropfbar flüssige Substanzen erzeugt wird, muß man die Gase mit zugehaltener Nase, hervorgestreckter Zunge und eng auf die Zunge gepreßten Lippen auf die Zunge wirken lassen, wodurch allein eine Geruchsbeimischung vermieden wird. Hält man auf ein Tuch

gegossenes verdunstendes Chloroform unter die Zunge, so bekommt man eine süßliche Empfindung, welche derjenigen ganz identisch ist, die man hat, wenn man Chloroform riecht. Daß diese süßliche Empfindung eine reine Einwirkung auf den Geschmack ist, geht daraus hervor, daß man sie nicht erhält, wenn man den Rand der hervorgestreckten Zunge, nämlich den einzigen dort Geschmack vermittelnden Raum, einhüllt, und die Dämpfe nur gegen die obere oder gegen die untere Fläche der Zunge streichen läßt. Ebenso erhält man nur an Geschmack vermittelnden Stellen die angenehme süßliche Empfindung des Stickstoffoxydal-Gases und die angenehm saure der verdunstenden Essigsäure. Da diese Empfindungen bei Berührung mit nur fühlenden Stellen ausbleiben, so müssen sie als reine Geschmacksempfindungen angesehen werden. Interessant ist die Verschiedenheit des Geschmacks und des Geruches beim Schwefelwasserstoffgas. Bei vollständig abgeschlossenem Geruch hat man nämlich auf der vorgestreckten Zunge, ebenso wie beim Athmen des Gases bei zugehaltener Nase, nur eine süßliche Empfindung, dagegen nichts von dem fauligen Geruch. So gibt auch das Kohlensäuregas eine geringe säuerliche, liebliche Empfindung, welche mit derjenigen vollständig identisch ist, die man beim Riechen des kohlensauren Gases erhält. An kohlensäurehaltigem Wasser dagegen oder Schwefelwasserstoffwasser konnte Stich den Geschmack der Gase nicht empfinden; er bekam vielmehr durch die bei der Berührung mit der Schleimhaut frei werdenden Gasbläschen eine prickelnde, kitzelnde Empfindung, die den Geschmack übertönte. Daß dieses eine reine Gefühlsempfindung war, beweist der Umstand, daß sie auf der innern Wange und Lippe ebenso wahrgenommen wurde. Daß zur Erregung des Geschmackes nicht die Löslichkeit eines Gases in einer Flüssigkeit erforderlich ist, sondern daß die Gase, bis an die Geschmacksorgane vordringend, direct wirken, dafür spricht bestimmt der süßlich-saure Geschmack der Kohlensäure, den man erhält, wenn man auf den Rand der vorgestreckten und möglichst trocken abgewischten Zunge bei angepreßten Lippen und zugehaltener Nase einen Strom von Kohlensäure wirken läßt. Dagegen könnte man lange Zeit bei gewöhnlichem Luftdrucke Kohlensäure durch Wasser oder Speichel streichen lassen, ohne irgend einen nur etwas sauren Geschmack wahrzunehmen. Während also nach den Untersuchungen von Weber allgemein angenommen ist, daß Flüssiges nicht gerochen wird,

so muß man nun als ebenso festgestellt annehmen, daß der Geschmack sowohl von Flüssigem, als vom Gase afficirt wird.

Wenn nun Gase, wie z. B. Kohlensäure, einen, dem Geruche durchaus identischen Geschmack verursachen, wenn also bei gleicher Reizung die Empfindung durch den einen Sinn identisch mit der durch den andern ist, so widerspricht eine solche Identität der Empfindung der Specifität der Empfindung. Da nun eher anzunehmen ist, daß die Lehre von der Specifität der Empfindung richtig sei, als die Beobachtung über den vermeintlichen Geruch der Gase, so fragt es sich, ob letzterer wirklich beim Einschnüffeln der Gase von der Leitung durch den Olfactorius bedingt werde, oder ob nicht vielleicht das vermeintliche Riechen durch eine Berührung mit den Geschmacksorganen des Glossopharyngeus, die beim Einschnüffeln der Gase stattfindet, entstehe. Die Frage, ob die Gase beim Einziehen durch die Nase gerochen oder geschmeckt werden, suchte Stich auf indirectem Wege zu lösen, da ein directer Weg, beim Einschnüffeln den Geschmack auszuschließen, nicht aufzufinden war, und auch die Pathologie keine Beispiele von vollständiger Vernichtung des Geschmackes ohne gleichzeitige Vernichtung des Geruches darbietet. Er vernichtete deßhalb nach der Angabe von Weber seinen Geruch durch Einziehen von Wasser in die Nase und schnüffelte, sobald die durch das Experiment bedingte Gefühlsreizung vorbei war, Chloroform, Kohlensäure und Schwefelwasserstoffgas ein. Das Chloroform und die Kohlensäure empfand er auf die gewöhnliche Weise, das Schwefelwasserstoffgas dagegen war süß und nicht im Geringsten faulig. Leute, die den Geruch ganz verloren hatten, gaben dasselbe an. Das Schwefelwasserstoffgas liefert uns den Beweis, daß zuweilen das, was wir für Einwirkung auf den Olfactorius oder für den Geruch allein halten, eine gleichzeitige und verschiedene Einwirkung auf den Geruch und Geschmack zugleich ist. Von dem Fauligsüßen beim Einschnüffeln von Schwefelwasserstoffgas ist wahrscheinlich nur das Faulige Geruch, das Süßliche aber Geschmack. Diese Versuche über das Schmecken der Gase zeigen also, daß das sogenannte Riechen nicht nur in Gefühl und Geruch, sondern ebenso, wie das sogenannte Schmecken, in Gefühl, Geruch und Geschmack besteht.

Geruchssinn.

Der ausschließliche Geruchsnerv ist der **Nervus olfactorius**, denn Durchschneidung dieses Nerven bei Thieren hebt das Vermögen, Gerüche zu empfinden, vollkommen auf; außer solchen Versuchen, die in dieser Beziehung in Unzahl vorgenommen wurden, und alle dasselbe Resultat lieferten, sprechen noch eine Menge pathologischer Beobachtungen an Menschen hiefür. Daß ferner der **Olfactorius** der ausschließliche Geruchsnerv ist, und der **Trigeminus** lediglich keinen Antheil daran hat, beweisen diejenigen pathologischen Fälle, wo bei Lähmung oder Zerstörung des **Olfactorius** das Vermögen der Geruchsempfindung gänzlich verschwunden, selbst wenn der **Trigeminus** noch vollkommen unversehrt war.

Der ganze Riechapparat besteht aus einer Schleimhaut, in welcher sich der Riechnerv verbreitet, und welche die Nasenhöhle auskleidet, welch' letztere vorn und hinten offen ist und eine solche Lage hat, daß bei der Inspiration die Luft durch sie hindurch muß, um in die Lunge zu gelangen. Diese Nasenschleimhaut, **Membrana Schneideriana**, hängt mit der fibrösen Knochenhaut, welche die Haupthöhlen der Nase zunächst auskleidet, innig zusammen und macht ihrer Dicke wegen den Raum der knöchernen Nasenhöhle beträchtlich enger; sie ist nämlich in der Nasenhöhle $\frac{1}{2}$—1''' dick, schwammig, weich, lebhaft rosenroth und sehr reich an Gefäßen und Nerven. Die Nerven dieser Schleimhaut sind Zweige des **Olfactorius** und des **Trigeminus**. Die Zweige des **Olfactorius**, welcher also allein das Vermögen zu riechen ertheilt, entspringen aus dem **Bulbus cinereus** und treten in zwei Reihen durch die Siebplatte, von welchen sich die äußere Reihe mehr geflechtartig an der obern und mittlern Nasenmuschel verbreitet, während sich die innere mehr büschelförmig zum obern und mittlern Theil der Nasenscheidewand erstreckt, und diese Theile bilden auch das Geruchsorgan, während die untere Nasenmuschel, der untere Theil der Scheidewand, sowie der Boden der Nasenhöhle, wohin kein Zweig des **Olfactorius** dringt, durchaus keine Geruchseindrücke aufzunehmen im Stande sind. Diese Theile sind mit Zweigen des **Trigeminus** versehen, welche das Gemeingefühl und Tastempfindungen vermitteln. Die Endigungen der Fasern des **Olfactorius** wurden von Eckhardt

und Schultze zwischen den Epithelialzellen der Geruchsschleimhaut gefunden.

Die eigentliche Geruchsschleimhaut, welche schon durch ihre größere Dicke und mehr gelbliche Färbung sich von der übrigen Schneider'schen Haut auszeichnet, unterscheidet sich nach Bowmann und Kölliker bei Thieren auch durch den Mangel von Flimmerepithelium, indem nämlich nach Kölliker das geschichtete Flimmerepithelium an den obern Nasenmuscheln in ein Cylinderepithelium übergeht, welches aus lang gestreckten, senkrecht stehenden Cylindern besteht, unter welchen rundliche Zellen angehäuft sind, welche eine solche zarte Beschaffenheit haben, daß sie durch Zusatz von Wasser augenblicklich gesprengt werden, während beim Menschen nach Kölliker die ganze Riechschleimhaut mit Flimmerepithelium überzogen ist. Bei Thieren besitzt diese Riechschleimhaut nach Bowmann eine große Menge kleiner, schlauchartiger Drüsen, deren structurlose Membran mit einer einfachen Lage polygonaler, mit trübem gelblichen Inhalt gefüllten Zellen ausgekleidet ist, während sich beim Menschen an der Stelle dieser Drüsen die gewöhnlichen traubenförmigen Schleimdrüsen befinden, die den sogenannten Nasenschleim absondern. Dieser Schleim, welcher die physikalischen Eigenschaften des Schleims überhaupt besitzt, ist geruchlos, hat einen salzigen Geschmack, eine dickliche Consistenz, welche durch den Einfluß der Luft noch mehr hervortritt, durch den Zusatz der Thränenflüssigkeit aber sehr verdünnt wird. Da er die Oberfläche der Nasenschleimhaut überzieht, so dient er nicht nur zur Bedeckung dieser Haut, um sie gegen die rauhen Einwirkungen der Luft und des Staubes zu schützen, sondern ist auch ohne Zweifel nothwendig zum Riechen selbst, da er höchst wahrscheinlich zum Lösen der Riechstoffe beiträgt.

Die Hauptbedingungen des Riechens sind, daß die riechbaren Stoffe entweder ursprünglich gasförmig oder flüchtig sind, und daß diese mit der atmosphärischen Luft in und durch die Nasenhöhle gelangen. Es sind also nur flüchtige Körper riechbar und diese flüchtigen Körper müssen in Gasform in die Nase gelangen, und selbst nicht einmal in Wasser gelöste Stoffe, in die Nase gebracht, sind riechbar, was E. H. Weber auf folgende Art bewies. Wenn man nämlich bei horizontaler Lage auf dem Rücken den Kopf so nach hinten beugt, daß die Nasenlöcher nach oben gerichtet sind, so kann man die Nasenlöcher vollständig mit Wasser füllen, ohne daß

es abfließt. Füllte nun Weber auf diese Weise die Nasenlöcher mit einem mit Eau-de-Cologne vermischten Wasser, welches also stark roch, so entstand eine Geruchsempfindung nur beim Einfließen, welche aber aufhörte, sobald die Nasenhöhle angefüllt war. Dieses wäre nun allerdings ein Beweis, daß in Wasser gelöste Stoffe, welche in die Nase gebracht werden, keine Geruchsempfindung zu erzeugen im Stande sind; allein Funke macht hier noch auf die Thatsache aufmerksam, daß durch Wasser auch das sehr leicht zerstörbare Epithelium der Riechschleimhaut schnell zerstört werde. Da wir nun wirklich nicht wissen, welche Rolle diese Epithelialzellen beim Riechen wirklich spielen, so ist die Möglichkeit, daß auch in Wasser gelöste Stoffe Geruchsempfindung veranlassen können, durch diese Versuche allerdings noch nicht unbedingt ausgeschlossen, um so weniger, als gerade nach Webers Versuchen reines Wasser im Stande ist, das Geruchsvermögen, wenn auch nur auf eine sehr kurze Zeit, vollständig aufzuheben.

Die zweite Hauptbedingung des Riechens ist die, daß die riechbaren Substanzen mit der atmosphärischen Luft durch die Nasenhöhle bewegt werden und die Geruchsempfindung ist um so intensiver, mit je größerer Kraft der die Riechstoffe enthaltende Luftstrom in die Nase eingezogen wird, so daß eine ganz ruhige, aber mit stark riechenden Substanzen geschwängerte Luft in der Nasenhöhle entweder gar keine oder nur eine sehr schwache Geruchsempfindung erzeugt, welche beim Athmen durch die Nase sogleich heftig wird. Es ist nämlich unumgänglich nothwendig, daß der die Riechstoffe enthaltende Luftstrom so bewegt werde, daß er wirklich zu den eigentlichen Geruchsorganen, welche, wie wir gesehen haben, oben in der Nase liegen, gelangt, deßwegen bringen selbst Ammoniacdämpfe, welche, ohne daß wir einathmen, in die Nasenhöhle steigen, keine Geruchsempfindung, sondern bloß die Reflexerscheinung der Thränensecretion oder des Nießens hervor, da sie nur die in den untern Theilen der Nasenhöhle sich endigenden Fasern des Trigeminus, nie aber die des Olfactorius reizen. Wenn es übrigens nun gleich unerläßliche Forderung ist, daß die Luft zu dem eigentlichen Geruchsorgan in dem obern Theil der Nase gelange, so scheint dieses, nach einer Beobachtung von Bidder, daß entweder keine oder nur eine sehr schwache Geruchsempfindung entsteht, wenn man die mit riechbaren Substanzen angefüllte Luft mit einem Röhrchen

direct gegen die Riechschleimhaut bläst, doch nicht zu genügen. Der inspirirte Luftstrom muß nämlich auch eine gewisse Zeit an dem Orte der Geruchseindrücke bleiben, und nicht gleich durch die Choanen auf dem nächsten Wege wieder abgehen. Hiebei spielt, wie uns Funke zeigt, die untere Nasenmuschel eine nicht unwichtige Rolle, aus welchem Grunde auch beim Fehlen derselben das Geruchsvermögen entweder sehr vermindert ist, oder ganz fehlt. Schon durch ihre anatomischen Verhältnisse ist sie ganz besonders geeignet, den inspirirten Luftstrom nach den obern Muscheln zu leiten. Die Nasenlöcher stellen nämlich zwei von unten und vorn nach oben und hinten gehende Trichter dar, so daß der eingeathmete Luftstrom dieselbe Richtung erhält, und nach Funke um so länger diese Richtung in der Nasenhöhle beibehält, je kräftiger wir einathmen, während er bei schwachem Athmen diese Richtung schneller verläßt, um auf dem nächsten Wege durch die Choanen zu entweichen. Nun steht aber der nach vorn und unten gerichtete Rand der Nasenmuschel dem Luftstrom in derselben Richtung entgegen, woran er sich brechen muß, um theils an der untern Fläche der Muschel zu den Choanen, theils an der obern schrägen und converen Fläche zu den obern Muscheln zu strömen. Funke ist der Ansicht, daß im Augenblicke der stoßweisen Inspiration eine Verengerung der Nasenlöcher, und zwar besonders im hintern Theile, erfolge, was ich übrigens sowohl bei Beobachtungen an mir selbst als auch bei Hunden durchaus nicht finden konnte, sondern das Gegentheil, nämlich momentane Erweiterung der Nasenlöcher; wohl aber machte ich mit Funke die Beobachtung, daß der Nasenflügel dabei so in die Höhe gezogen wird, daß der Trichter des Naseneinganges noch mehr vertical gestellt, und so der Luftstrom besser und gerader nach oben geleitet wird, und es unterliegt keinem Anstande, daß die untere Muschel wesentlich dazu beiträgt, um den Luftstrom, besonders bei starker Inspiration, nach oben zu dirigiren, und auf diese Art verhindert, daß derselbe im untern Raum nicht gleich seinen Weg zu den Choanen nimmt.

Was nun die Quantität der riechbaren Stoffe betrifft, welche noch im Stande ist, Geruchsempfindung zu erregen, so ist diese bei verschiedenen Stoffen wirklich sehr verschieden; so fand z. B. Valentin, daß $^1/_{43500}$ **Mgrmm.** eines alkoholischen Moschusextracts in 45 **Mgrmm.** Flüssigkeit noch im Stande ist, einen deutlichen

Moschusgeruch zu entwickeln, und Valentin glaubt, daß weniger als $^1/_{2000000}$ Mgrmm. dieses Moschusextractes nicht mehr im Stande sei, eine Geruchsempfindung zu erregen; wir sehen also, daß es beim Moschus nur eines Minimums bedarf, um noch das Geruchsorgan zu erregen, denn bekanntlich ist ein Milligramm Moschus im Stande, seinen Geruch für Monate einem Zimmer mitzutheilen. Allerdings verhält sich dieses ganz anders, wenn die riechbaren Stoffe den Weg umgekehrt, von den Choanen aus nach den Nasenlöchern, nehmen; in diesem Falle muß natürlicher Weise die Erregbarkeit eine sehr geringe sein: weil die ausgeathmete Luft auf dem nächsten Weg von den Choanen auf dem Boden der Nasenhöhle dem vordern Ausgang zugeführt wird, ohne also nach oben zu dem eigentlichen Geruchsorgan zu dringen, so erreicht also entweder gar nichts, oder nur sehr geringe Mengen die obern Theile; daher Personen mit sehr übelriechendem Athem diesen in der Regel gar nicht spüren.

Erwärmung der zu riechenden Stoffe begünstigt die Affection der Geruchsorgane, wahrscheinlich wohl durch Beförderung der Verflüchtigung, während Kälte dieselbe beschränkt. Je länger ferner ein Riechstoff einwirkt, um so intensiver ist die Einwirkung, doch beschränkt sich dieses nur auf eine gewisse Zeitdauer, weil die Einwirkung nach einiger Zeit wieder sehr abnimmt, daher der alte sprüchwörtliche Trost für die, welche genöthigt sind, sich in übelriechender Atmosphäre aufzuhalten: „es ist nur, bis man die Nase voll hat".

Wohl bei keinem Sinne, als beim Geruch, herrscht unter den verschiedenen Menschen eine so große subjective Verschiedenheit, wie ja bekanntlich manche Menschen eine solche außerordentliche Feinheit des Geruchssinns an den Tag legen, daß man darüber staunen muß, während man bei andern gerade das Gegentheil beobachtet; daß natürlich krankhafte Affectionen des Geruchsnerven oder der Schneider'schen Haut, so wie abnorm vermehrte oder verminderte Secretion dieser Haut auch störend auf die Geruchsempfindung einwirken muß, versteht sich wohl von selbst.

Von Wichtigkeit ist endlich noch die innige Verbindung des Geruchsorgans mit gewissen Thätigkeiten des Gehirns, wie ja allgemein bekannt ist, daß manche Gerüche Kopfschmerz, Schwindel oder heftige Betäubung hervorrufen, während wir umgekehrt im

Stande sind, durch stark riechende Stoffe Bewußtlose zum Bewußtsein zurück zu bringen.

Bekanntlich ist bei Thieren, und besonders bei Carnivoren, der Geruchssinn weit mehr entwickelt, als beim Menschen, was theils von der Bildung des Geruchskolben, theils von der stärkern Wölbung der Muscheln und der größern Räumlichkeit der Nasenhöhle überhaupt herrührt.

Diese beiden Sinne, nämlich der Geschmack und Geruch, mußten hier um so mehr einer speciellern Betrachtung unterworfen werden, als dieselben bei der Verdauung und Anbildung insofern eine nicht unwichtige Rolle spielen, als, wie Funke sie ganz richtig bezeichnet, der Geschmackssinn der Wächter der Verdauung, der Geruchssinn der Wächter der Respiration ist, und es sich hier also darum handelte, den Einfluß der Nerven auf diese Sinne genau hervorzuheben, während der Gesichts- und Gehörssinn, als bei unserer Aufgabe nicht betheiligt, hier füglich übergangen werden können.

Gehirnnerven.

Die Gehirnnerven beherrschen die edelsten Organe unsers Körpers; während nämlich der Hals, die Brust, der Unterleib und die Extremitäten die Hauptverbreitungsbezirke der Rückenmarksnerven bilden, ist es der Kopf mit seinen verschiedenen Theilen, der Schlund, die Speiseröhre, die Luftröhre, die Lungen, der Magen und zum Theil auch die Leber, welche vorzugsweise den Gehirnnerven angehören. Da nun, wie wir sehen, die Hauptorgane der Verdauung, so wie der in den Stoffwechsel so tief eingreifenden Respiration, von den Gehirnnerven versorgt werden, so sind dieselben, wenigstens einige davon, für unsere hier gestellte Aufgabe von hoher Wichtigkeit.

Bekanntlich entspringen vom Gehirn 12 Nervenpaare, welche alle, mit Ausnahme des Accessorius, welcher am obern Theile des Rückenmarks entspringt, an der Basis des Gehirns zum Vorschein kommen, aber nicht, wie die Spinalnerven, mit so deutlich einander entgegengesetzten vordern und hintern Wurzeln; nur der

Trigeminus und der Vagus mit dem Accessorius zeigen zwei, den Spinalnerven ähnliche Wurzeln.

Bezüglich ihrer Functionen sind nur der Olfactorius, Opticus und der Acusticus reine Empfindungs-, und der Oculomotorius, Trochlearis und Abducens reine Bewegungsnerven, obwohl die drei letztern auch einige Empfindungsfasern enthalten, die übrigen Nerven enthalten mehr oder weniger gemischte Fasern.

1) *Nervus olfactorius.* Der Geruchsnerv, welcher einzig und allein nur das Vermögen besitzt, Geruchsempfindungen zu vermitteln und weder Bewegung hervorruft noch Schmerz empfindet, entspringt an der untern Fläche des vordern Gehirnlappens vom Crus cerebri an der Stelle, wo es in das Corpus striatum hineinstrahlt. Er entspringt mit drei Wurzeln, wovon die äußere, markige, längste aber auch dünnste, sich bis zum mittlern Theil der Insel in der Fossa sylvii verfolgen läßt; sie verbindet sich unter einem spitzigen Winkel mit der ebenfalls markigen, aber weit kürzern innern Wurzel, welche weiter nach der Mitte hin vom hintern, innern Ende des vordern Gehirnlappens entspringt. Die auf den beiden vordern Wurzeln liegende mittlere oder obere Wurzel ist die graueste, aber auch kürzeste, indem sie weiter vorn am vordern Rande der Substanzia perforata anterior entspringt. Von diesen drei Wurzeln wird nun der $2^1/_2$—3''' lange und $1^1/_2$—2''' breite Riechstreifen, Tractus olfactorius, gebildet, welcher aus zarten Markfasern und dazwischen liegenden Streifen von grauer Substanz besteht, und allmählich breiter und weicher werdend, von der Pia mater und Arachnoidea umhüllt, endlich in den Riechnerven übergeht, welcher nach einem 7—9''' langen Verlauf nach vorn in einer Furche des vordern Gehirnlappens sich auf die Siebplatte legt, um zum Riechkolben, Bulbus cinereus, anzuschwellen. Dieser platte, länglichrunde, 4—6''' lange, 2—3''' breite, $1^1/_2$—$2^1/_2$''' dicke Knollen besteht mehr aus grauer, als aus weißer Substanz, ruht mit seiner untern Fläche auf der Siebplatte und schickt die Nervi olfactorii durch die mit der Dura mater ausgekleideten Foramina cribrosa in zwei Reihen in die Schleimhaut der Nasenhöhle, wovon sich die äußere Reihe mehr geflechtartig zur obern und mittlern Nasenmuschel, die innere mehr büschelartig zum obern und mittlern Theil der Nasenscheidewand begibt.

2) *Nervus opticus.* Der einzig und allein nur die Gesichts-

empfindungen vermittelnde Sehnerv erhält seine Fasern vom hintern untern Theil des Sehhügels, von den Vierhügeln und den knieförmigen Körpern, und diese Fasern treten dann zum Sehstreifen, Tractus opticus, zusammen, welcher sich dann von hinten nach vorn um den Hirnschenkel herumwendet und an der äußern Seite des Tuber cinereum dem Sehstreifen an der andern Seite entgegenläuft, um mit diesem das Chiasma nervorum opticorum zu bilden. In diesem Chiasma durchkreuzen sich die innern und tiefern Fasern, so daß die des rechten Nervus opticus in den linken übergehen und umgekehrt, während die oberflächlichen und äußern Fasern je auf ihrer Seite fortlaufen. Bis hieher sind die genannten Theile eigentlich noch Hirntheile und die Fasern des Sehnerven sind mit einer gemeinschaftlichen, von der Pia mater gebildeten Scheide überzogen; erst am vordern Rande des Chiasma tritt der Nervus opticus als eigentlicher Nerv auf mit einem Neurilem und einer Scheide, der Fortsetzung der Pia mater, versehen. Vom Chiasma aus läuft nun jeder Sehnerv vor- und auswärts, durchbohrt die Dura mater und tritt durch das Foramen opticum an der innern Seite der Arteria ophthalmica in die Augenhöhle, dann unter dem Muscul. rectus superior zur hintern Fläche des Augapfels, und breitet sich dann, die Sclerotica und Choroidea durchdringend, hinter dem Glaskörper als Netzhaut aus, nachdem er sich in der Orbita noch mit einem durch die Fissura orbitalis inferior eintretenden Aestchen des Ganglion sphenopalatinum verbunden.

3) *Nervus oculomotorius.* Der rein motorische Augenmuskelnerv, welcher übrigens nach Valentin auch sensible Fasern enthält, entspringt zwischen der Brücke und den Markkügelchen mit mehreren Wurzeln an der untern und innern Fläche des Hirnschenkels; seine Fasern verfolgte man bis zu den Crura cerebelli ad corpora quadrigemina und durch diese bis zum kleinen Gehirn, nach Fässebeck sogar durch die Brücke bis zum Corpus pyramidale. Nach Jacubowitsch entspringt der N. oculomotorius in den Vierhügeln vor den kleinen Zellen, die um den Aquaeductus Sylvii massenhaft gelagert sind, mit feinen Fäden. Diese letztern legen sich an die dickern Ausläufer der großen Zellen, welche nach unten zu vom Aquaeductus Sylvii zu beiden Seiten rechts und links gruppenweise liegen. Alle die dicken und feinen Fäden treten als Wurzeln

des Nerv. oculomotorius aus dem Gehirn an der bekannten Stelle heraus. Er läuft unter dem Nervus opticus vorwärts und durchbohrt neben dem Processus clinoideus post., wo er einige Fäden vom Plexus caroticus des Nerv. sympathicus erhält, die Dura mater, läuft dann an der äußern Seite der Carotis interna hin und tritt dann hier schon in zwei noch dicht neben einander liegende Zweige gespalten durch die Fissura orbitalis sup. in die Augenhöhle. Hier treten dann, nachdem er sich mit dem von ihm nach außen und unten liegenden Nervus abducens durch Fäden verbunden, seine beiden Zweige auseinander und der kleinere obere schickt, über den N. opticus hinweg steigend, einige feine Aestchen in den M. rectus superior, während der Stamm dieses Zweiges, nachdem er sich durch ein Fädchen mit dem N. nasociliaris oder der Radix longa ganglii ciliaris verbunden, zum M. levator palpebrae superioris geht. Der untere stärkere Zweig spaltet sich in drei Aeste, wovon der erste, Ramus externus, nachdem er die Radix brevis ganglii ciliaris abgegeben, zum Musculus obliquus inf., der zweite, Ramus medius, zum M. rectus inf., und der dritte, Ramus internus, zum M. rectus internus tritt.

4) *Nervus trochlearis.* Dieser mit 2—3 Fäden von den Crura cerebelli ad corpora quadrigemina, der Valvula cerebelli anterior und den hintern Vierhügeln entspringende Nerv ist in seinem Stamm nur $\frac{1}{2}'''$ dick, und schlägt sich um die äußere Seite des Hirnschenkels herum, tritt an der Basis des Gehirns an der Seite der Brücke hervor, läuft vorwärts, tritt dann in ein Canälchen der Dura mater und zur Seite der Sella turcica und steht mit dem ersten Ast des Trigeminus und dem Plexus caroticus des Sympathicus in Verbindung. Ueber den Nervus oculomotorius tritt er nun durch die Fissura orbitalis sup. in die Augenhöhle, läuft dann schräg aufwärts über die Sehne des M. levator palpebrae sup. hinweg nach vorn, um in den mittlern Theil des M. obliquus superior einzutreten. Nach Bidder gehen von diesem Nerv, nachdem er in die Dura mater getreten ist, mehrere Nervi tentorii ab, sie laufen in der vom Processus clinoideus posterior zur Spitze des Felsenbeins hinüber gespannten Falte der Dura mater rückwärts und dann in gerader Richtung gegen den Sinus transversus. Da die Augenmuskeln durch anstrengende Bewegung das Gefühl von Ermüdung zeigen, so ist es wahrscheinlich, daß dieser sonst rein

motorische Nerv durch die oben angeführte Verbindung mit dem Trigeminus auch sensible Fasern erhält.

5) *Nervus trigeminus.* Aehnlich den Spinalnerven entspringt dieser Nerv mit zwei Wurzeln, von welcher die hintere größere Wurzel, Portio major, als ein platter, schmaler, $2^2/_3'''$ dicker Strang, welcher aus vielen Fäden besteht, aus dem Corpus restiforme der Medulla oblongata entspringt, dann zwischen diesem und dem Corpus olivare zum Crus cerebelli ad pontem geht, und durch dieses hindurch als ein aus vielen Bündeln bestehender mehr rundlicher Strang an dem vordern obern Theile des Seitenrandes der Varolsbrücke erscheint; während die Fasern der kleinern vordern Wurzel aus der Gegend der Pons Varoli, dem Corpus pyramidale und der Gegend des 4. Ventrikels kommen, welche dann mehr zusammentretend in 3—6 Bündeln zwischen den Querfasern der Brücke aus mehreren Spalten hervor treten und sich an den vordern und obern Rand der großen Portion unter einem Winkel anlegen. Nach Jacubowitsch entspringt die kleine Wurzel des Trigeminus an den großen Zellen, welche gruppenweise zu beiden Seiten des Bodens des 4. Ventrikels liegen, die große Wurzel dagegen an den kleinen Zellen aus dem Corpus restiforme und olivare. Der $3^1/_2'''$ breite und $1^3/_4'''$ dicke, aus den beiden nur an einander liegenden Portionen bestehende Stamm des Nervus trigeminus kommt aus einer Spalte der Brücke oder des äußern Theils des Crus cerebelli ad pontem hervor und steigt dann, umgeben von der Pia mater, nach vorn gegen den obern Winkel des Felsenbeins, tritt dann in eine von der Dura mater gebildete Scheide, wo sich die einzelnen Bündel in viele strahlenförmig auseinander laufende Fäden auflösen, die sich durch zahlreiche Verbindungszweige zu einem Geflechte (Plexus triangularis) vereinigen, welches in das Ganglion semilunare, seu Gasseri übergeht, an dessen Bildung übrigens die kleinere Portion keinen Antheil nimmt, sondern nur die Fasern der großen, die am hintern Rand des Ganglion eintreten, sich darin durchkreuzen und geflechtartig verbinden, so daß zwischen ihnen eine grauröthliche sehr blutreiche Ganglienmasse liegt, in die sich viele kleine Zweige der Carotis interna verbreiten. Nachdem sich nun zu diesen Fasern noch einige kleine sympathische Zweige aus dem Plexus cavernosus gesellt, treten sie am vordern Rand in drei Portionen getheilt wieder heraus. Dieses $1^1/_2'''$ lange, $1'''$ dicke und $6-10'''$ lange Gan-

glion liegt in einer Vertiefung auf der vordern Fläche des Felsenbeins und ist von einer Fortsetzung der **Dura mater** fest umgeben. Aus ihm treten nun 3 Anfangs platte Aeste hervor, die sich unter spitzigen Winkeln theilen, und wovon der 1., **Ramus ophthalmicus**, zur **Fissura orbitalis sup.**, der 2., **Ramus maxillaris superior**, zum **Foramen rotundum**, und der 3., **Ramus maxillaris inferior**, zum **Foramen ovale** geht; außer diesen erhält noch der **Sinus petrosus** und **cavernosus** Aestchen aus diesem Ganglion.

a) *Ramus ophthalmicus.* Der Augennerv ist der oberste von den drei Aesten des **Trigeminus**, zugleich auch der dünnste; er ist platt, $1^1/_2$—2''' breit, steht mit dem **Sympathicus, Oculomotorius, Trochlearis** und **Abducens** in Verbindung, kommt aus dem obern Theil des vordern Randes des **Ganglion Gasseri** heraus und läuft an der äußern Wand des **Sinus cavernosus** unter dem **Trochlearis**, mit dem er bisweilen anastomosirt, nachdem er einige Fäden des **Sympathicus** aufgenommen, zur **Fissura orbitalis superior** schräg aufwärts und spaltet sich, ehe er in die Augenhöhle eintritt, in einen **Ramus frontalis, nasalis** und **lacrymalis.**

α. Der *Nervus frontalis*, Stirnnerv, der oberste und dickste Zweig des **Ramus ophthalmicus**, läuft zwischen der Decke der **Orbita** und dem **Musculus levator palpebrae sup.** vorwärts gegen den obern Augenhöhlenrand, theilt sich in einen **Nervus supraorbitalis** und **supratrochlearis**, gibt aber noch vorher einen kleinen Zweig zur Schleimhaut der Stirnhöhle. Der erste dieser Zweige, der **Nervus supraorbitalis**, spaltet sich noch in der Augenhöhle in einen innern und äußern Zweig und tritt dann mit beiden Zweigen durch das **Foramen supraorbitale** aus der **Orbita** heraus, wo sie dann auseinander weichen und sich unter dem **Muscul. orbitalis** und **frontalis** in die Höhe mehr nach innen zu jener Stelle wenden, wo diese Muskeln sich mit dem **M. corrugator** vereinigen und von hier aus Zweige für die Haut und Muskeln der Stirngegend abgeben.

Der zweite Zweig des **Nervus frontalis**, der **Nervus supratrochlearis**, läuft über den **M. levator palpebrae** und die Rolle des **M. obliquus sup.** hinweg und dann aus der Augenhöhle heraus, und versieht ebenfalls die Haut und Muskeln der Stirngegend mit Zweigen, nachdem er noch Fäden für die Schleimhaut des **Sinus frontalis** und zum Knorpel des obern Augenliedes abgegeben.

β. Der *Nervus nasalis* oder **naso-ciliaris**, der 2. Zweig des

Ramus ophthalmicus, verbindet sich mit dem Plexus caroticus des Sympathicus und tritt dann in die Augenhöhle durch die Sehne des Muscul. rectus externus und schickt dann, an der äußern Seite des Sehnerven vorwärts gehend, die Radix longa ganglii ciliaris, ein dünnes, einfaches oder doppeltes Fädchen, ab, welches an der äußern Seite des Sehnerven nach vorn läuft und sich in das Ganglion ciliare einsenkt; mit dieser Radix longa vereinigen sich oft Fäden des Nervus sympathicus, sowie sie zuweilen Aestchen zum Nerv. ciliaris und oculomotorius abgibt. Dieses Ganglion ciliare oder ophthalmicum liegt als ein plattes, grauröthliches Knötchen, von vielem Fett umgeben, im hintern Theile der Orbita, und in dasselbe treten also Fäden aus dem Nervus nasalis als Radix longa, aus dem Oculomotorius als Radix brevis und dem Plexus caroticus des Sympathicus als Radix media, die sich dann vielfältig verflechten, mit einer Ganglienmasse umgeben sind und dann als Nervi ciliares aus dem vordern Theile des Knotens wieder heraustreten. Diese in 2—3 Bündel gelagerten Ciliarnerven laufen mit den Ciliararterien am Nervus opticus vorwärts, spalten sich in mehrere Aestchen und durchbohren die Sclerotica, dringen dann zwischen der Sclerotica und Choroidea vorwärts bis zum Orbicularis ciliaris, wo sie sich nochmals spalten und theils in der Uvea, theils am Pupillarrand der Iris, theils am Orbicularis ciliaris, theils an der Cornea endigen. Diese Nerven bilden um den Sehnerven ein sehr feines Geflecht, wozu noch Fädchen vom N. nasalis und Ganglion sphenopalatinum kommen und umstricken alle in den Augapfel eintretenden Arterien.

Der Stamm des Nervus nasalis läuft nach seinem Eintritt in die Augenhöhle gegen die innere Wand derselben, schlägt sich über den Sehnerven und Arteria ophthalmica hinweg, geht dann schief vorwärts, gibt einen *Ramus ciliaris* ab und theilt sich dann in zwei Aeste, einen *Ramus infratrochlearis* und einen *Ramus ethmoidalis.* Der bisweilen doppelte *Ramus ciliaris* verbindet sich an der innern und obern Seite des Sehnerven vorwärts laufend mit einem Fädchen aus dem Ganglion ciliare, und durchbohrt, in mehrere Aestchen getheilt, die Sclerotica, welche wie die andern Ciliarnerven verlaufen.

Der erste Ast des Nervus nasalis, der *Nerv. infratrochlearis*, geht unter dem Muscul. obliquus sup. zum innern Augenwinkel

und spaltet sich hinter und über dem Thränensack in einen obern und einen untern Zweig, wovon der erste zur innern Seite des obern Augenliedes zum Musc. frontalis und zur Stirnhaut, der zweite untere Zweig zum Muscul. sacci lacrymalis und zur Caruncula lacrymalis Zweige schickt und in der Stirnhaut und den Muscul. frontalis, orbicularis und corrigator endet.

Der zweite Ast des Nervus nasalis, der *Nervus ethmoidalis*, geht durch das vordere Foramen ethmoidale, dann schräg vorwärts in die Schädelhöhle und von hier dann durch ein vorderes Foramen cribrosum in die Nasenhöhle abwärts, versieht die Schleimhaut des obern Theils der Nasenscheidewand, sowie die Nasenmuscheln mit einigen Aestchen, steigt dann an der innern Fläche des Nasenbeins bis zu dessen unterm Rand herab, dringt zwischen dem Nasenknorpel und Knochen hindurch als Nervus nasalis anterior externus auf den Rücken der Nase und spaltet sich in einen innern und äußern Zweig, die sich in der Haut und den Muskeln der Nase verästeln.

γ. Der kleinste und dünnste Ast des Ramus ophthalmicus ist der Thränennerv, der *Nervus lacrymalis*, welcher an der äußern Seite des Augennerven entspringt und an der äußern Wand der Augenhöhle dicht unter deren Dach durch das Fett zur obern Thränendrüse läuft und sich, nachdem er einen Nervus ciliaris longus abgegeben, in einen äußern und einen innern Ast spaltet. Der äußere oder *Nervus zygomaticus*, durchbohrt an der äußern Augenhöhlenwand die Periorbita, geht am Wangenbein herab, verbindet sich mit einem Zweig des Nervus subcutaneus malae und tritt dann durch den Canalis zygomaticus post. in die Schläfengrube, wo er, im Muscul. temporalis in die Höhe steigend, sich mit den Ramis zygomaticis des Nervus facialis verbindet und dann sich in die Haut der Schläfe und am äußern Augenwinkel verzweigt. Der zweite innere Ast des Thränennerven tritt in die obere Thränendrüse ein und verästelt sich in ihr geflechtartig, von welchem Geflechte Aestchen zur obern und untern Thränendrüse, zur Conjunctiva und zum Muscul. orbicularis gehen.

Wie wir also gesehen, steht der erste Ast des Nervus trigeminus, der Ramus ophthalmicus, mit dem Nervus trochlearis, oculomotorius, facialis, abducens und sympathicus in Verbindung und versieht also das Auge, die Conjunctiva, die Thränenorgane, die Schleimhaut der Nasen- und Stirnhöhle, die Beinhaut der Orbita

und theilweise auch die Haut der Stirne, Nase, der Schläfegegend, der Wange und des obern Augenliedes mit Zweigen.

b) Der *Ramus maxillaris superior.* Dieser zweite Ast des Nervus trigeminus, nämlich der Oberkiefernerv, ist stärker als der vorige und läuft in horizontaler Richtung vom Ganglion Gasseri aus zwischen der Dura mater und dem großen Keilbeinflügel gerade vorwärts zum Foramen rotundum. Der Anfangs plattrundliche Nerv wird nunmehr rundlich und tritt durch das Foramen rotundum in die mit Fett ausgefüllte Fossa sphenomaxillaris, von wo aus er seine Zweige vorwärts, rückwärts, einwärts und auswärts schickt, von denen ein jeder in seinem Verlaufe von einem gleichnamigen Aste des obern Theils der Arteria maxillaris interna und des Ramus profundus der vordern Vena facialis begleitet wird. Seine Hauptzweige sind folgende vier: der Nervus subcutaneus malae, der Sphenopalatinus, der Alveolaris posterior und der Infraorbitalis.

α. Der *Nervus subcutaneus malae.* Der vom äußern Bündel des Stammes entspringende Wangenhautnerv geht durch die Fissura orbitalis inferior in die Orbita, läuft an der äußern Wand derselben vorwärts, spaltet sich in einen obern und untern Zweig, schickt einen kleinen Zweig zur obern Thränendrüse und durchbohrt die Periorbita. Seine beiden Zweige sind der *Ramus lacrymalis* und der *Ramus facialis*, wovon der erstere, der *Ramus lacrymalis*, an der Knochenhaut in die Höhe geht und hinter derselben in eine Furche tritt, in welcher er sich mit dem äußern Zweig des Nervus lacrymalis verbindet und bisweilen durch die Fissura orbitalis inferior einen Zweig zur Schläfengrube schickt, der sich mit dem Nervus zygomaticus vereinigt. Der zweite Zweig des Wangenhautnerv, der *Ramus facialis*, ist dünner und tritt durch den Canalis zygomaticus anterior zur Gesichtsfläche des Wangenbeins, wo er sich, nachdem er sich mit Zweigen des Facialis und Infraorbitalis vereinigt, theils in die benachbarten Muskeln, theils in die Haut der Wange und des untern Augenliedes verästelt.

β. Der *Nervus sphenopalatinus* bildet nur einen kurzen, dicken, aus mehreren geflechtartig mit einander verbundenen Bündeln bestehenden Ast, welcher in der Fossa sphenomaxillaris senkrecht ein Stück herabsteigt und an der äußern Seite des Foramen sphenopalatinum in das Ganglion sphenopalatinum anschwillt. Dieser

plattrundliche Knoten erhält sensitive Nerven vom Nervus spheno-palatinus, motorische vom Facialis und Vidianus superficialis und organische vom Vidianus profundus des Sympathicus, welche sich gleichsam unter einander verflechten, so daß zwischen ihnen eine röthliche Ganglienmasse eingebettet ist, wodurch dieser Knoten dann entsteht. Aus diesem Knoten entspringen dann folgende Nerven:

aa. Der *Nervus pterygopalatinus*, welcher eine kurze Strecke in der Fossa sphenomaxillaris herabsteigt und sich dann in drei Aeste spaltet, welche durch die drei Canales palatini zum Gaumen herab laufen, nämlich den *Nervus palatinus anterior* oder major, welcher Nervi nasales posteriores und inferiores abgibt, und mit einem äußern und einem innern Zweig durch den Canalis palatinus anterior besonders zur Haut des harten Gaumens geht, dann den *Nervus palatinus internus* oder medius, welcher durch den innern Gaumencanal zum Zäpfchen, Gaumensegel und zur Mandel, und endlich den *Nervus palatinus externus*, welcher durch den Canalis palatinus externus zum Gaumen geht.

bb. Der *Nervus vidianus superficialis* oder N. petrosus superficialis major läuft vom Ganglion aus, sich mit dem Nervus vidianus profundus des Sympathicus verbindend, rückwärts durch den Canalis vidianus und fibrocartilago basilaris zum Hiatus canalis Fallopii, wo er sich in das Knie des Facialis einsenkt.

cc. *Nervi nasales posteriores superiores*, 4—6 Stück, welche durch das Foramen sphenopalatinum zur Schleimhaut des hintern Theils der Nase sich begeben und sich hier an der obern und mittlern Nasenmuschel und in den hintern Siebbeinzellen verzweigen. Ein Aestchen davon verbindet sich, am Körper des Keilbeins in die Höhe steigend, mit dem Nervus abducens, und 2—3 Aestchen gehen zum hintern Theil der Nasenscheidewand.

dd. *Nervi pharyngei superiores*, 2—3 Stück, entspringen aus dem hintern Theil des Ganglion und gehen durch das Foramen sphenopalatinum in die Nasenhöhle und von da rückwärts in die Schleimhaut des obern Theils der Pharynx, der Tuba Eustachii und der Keilbeinzellen, um sich in diesen Theilen zu verästeln.

ee. *Nervus nasopalatinus Scarpae*. Dieser ebenfalls aus dem Ganglion sphenopalatinum entspringende Nasenscheidewandnerv geht durch das Foramen sphenopalatinum in die Nasenhöhle, läuft an der untern Fläche des Körpers des Keilbeins zur Nasenscheide-

wand, gibt an die Schleimhaut derselben Zweige ab, geht dann vorwärts und abwärts zum Canalis incisivus, verbindet sich hier mit dem der andern Seite und einem Aestchen des Nervus alveolaris ant. zum Ganglion incisivum, aus welchem dann Aestchen abwärts in die Mundhöhle treten, die sich theils zur Haut des harten Gaumens, theils in das Zahnfleisch hinter den Schneidezähnen verbreiten.

γ. Der dritte Ast des Ramus maxillaris superior ist der hintere Zahnnerv, *Nervus alveolaris posterior;* er geht durch das die Flügelgaumengrube ausfüllende Fett nach außen und theilt sich am Tuber maxillare des Oberkieferknochens in einen *Ramus dentalis* und einen *Ramus buccalis;* der erstere läuft, nachdem er in einen Canal zwischen den Platten des Knochens getreten, über den Zahnhöhlen in einem Bogen vorwärts, um sich mit dem Nervus alveolarius medius und anterior zum Plexus dentalis superior zu vereinigen, dessen Zweige zu den Wurzeln der drei hintersten Backenzähne und dem zwischen diesen liegenden Zahnfleisch gehen. Der zweite, der *Ramus buccalis*, geht am Oberkieferknochen herab, um sich in den Musculus buccinator, pterygoideus externus und im Zahnfleische am hintersten Backenzahne zu verästeln.

δ. Der vierte Ast endlich des Ramus maxillaris superior ist der *Nervus infraorbitalis*, und zugleich das Ende des Oberkiefernerven; er geht durch die Fissura orbitalis inferior zum Canalis infraorbitalis, in welchem er gleich Anfangs einige Verbindungszweige zu den obern Zahnnerven schickt; so geht auch der Nervus alveolaris medius gleich vom Anfang von ihm ab, durchbohrt die obere Wand des Oberkiefers und läuft an der innern Fläche der äußern Wand herab, um sich theils mit dem Nervus alveolaris posterior, theils mit dem anterior zu verbinden. Kurz vor dem Austritte des Stammes aus dem Canalis infraorbitalis entspringt der Nervus alveolaris anterior, verläuft in einem eigenen Canälchen zwischen den Platten des Oberkiefers, wendet sich nach außen und dann einen Bogen bildend wieder nach innen, und aus diesem Bogen entspringen Verbindungszweige zum Plexus dentalis superior, aus welchem viele und weiche Fäden gegen die vordern Backenzähne abgehen, die dann wieder ganglienförmig anschwellen, und strahlenförmig Zweige in das Zahnfleisch und die Zähne schicken. Der vordere Theil des Stammes gibt noch einen *Ramus nasalis* zur Schleimhaut des untern Nasenganges ab und die letzten Zweige

erstrecken sich abwärts zum Eckzahn, Zahnfleisch und den Schneidezähnen, während einer davon in den Canalis incisivus tritt und sich mit dem Nervus nasopalatinus verbindet. Nach Abgang dieser Nerven tritt dann der Stamm des Nervus infraorbitalis, in eine äußere und innere Portion gespalten, durch das Foramen infraorbitale ins Gesicht. Die innere Portion schickt Zweige zur Haut und den Muskeln der Nase, sowie zum untern Augenlied. Die äußere, aus 3—4 Bündeln bestehende Portion, welche sich strahlenförmig ausbreiten und sich unter einander und mit Zweigen des Facialis vereinigen und so den Plexus infraorbitalis bilden, schickt Zweige zur Oberlippe und deren Muskeln, sowie zum untern Augenliede.

Dieser zweite Ast des 5. Nervenpaares steht also, wie wir gesehen haben, mit dem Nervus facialis, abducens und sympathicus in Verbindung, und versieht hauptsächlich die Nasenhöhle, den Gaumen, Mund und Pharynx, die Tuba Eustachii, die Zähne und das Zahnfleisch des Oberkiefers, sowie die Haut der Nase, Wange und des untern Augenliedes mit Zweigen.

c) Der dritte Ast des Trigeminus endlich ist der *Ramus maxillaris inferior*. Dieser Unterkiefernerv, welcher theils von Fäden des Ganglion Gasseri, theils von der kleinen motorischen Portion des Trigeminus gebildet wird, ist der unterste und dickste der drei Aeste des 5. Nervenpaars, tritt durch das Foramen ovale in die Schläfengrube, wo er sich hinter den Muscul. pterygoideus externus in einen vordern obern und einen hintern untern Zweig spaltet; 2—3''' unterhalb des Foramen ovale liegt an der innern Seite dieses Astes das Ganglion oticum, der Ohrknoten, welcher nach hinten an die Arteria meningea media grenzt, nach innen aber von der knorpligen Masse der Tuba Eustachii und dem Ursprung des M. circumflexus und levator palati mollis bedeckt ist. Er ist von grauröthlicher Farbe, 2''' lang und $1\frac{1}{2}$''' breit, hat eine eiförmige Gestalt und ist von außen nach innen platt gedrückt. Er wird gebildet aus Fäden vom Nervus maxillaris inferior, vom Nervus petrosus superficialis minor und vom Sympathicus, welche in eine röthliche, gefäßreiche, pulpöse Ganglienmasse eingebettet sind. Aus ihm entspringen folgende Zweige: a. Ein Zweig zum Tensor tympani. b. Mehrere zarte, röthliche Zweige, welche theils in den Ramus superior und pterygoideus internus, theils in die Wurzeln der oberflächlichen Schläfennerven eintreten und mit

diesen wahrscheinlich zur Paukenhöhle laufen. c. Ein Aestchen zum Muscul. malleus externus. d. Verschiedene Aestchen für die benachbarten Arterien.

Wie wir gesehen, spaltet sich der Unterkiefernerv dicht unter dem Foramen ovale in einen obern und untern Zweig, und wo diese Spaltung weniger ausgeführt ist, entspringen die Zweige alle aus dem Stamme.

α. Ramus superior; er enthält vorzugsweise die motorischen Fasern der kleinen Portion, ist nur kurz, steht mit mehreren Fäden mit dem Ganglion oticum in Verbindung und theilt sich in folgende Zweige, welche an die Kaumuskeln treten: a. *Nervus massetericus*, welcher bis in die Nähe des Kiefergelenkes tritt, sich dann nach außen wendet, zwischen dem Processus coronoideus und condyloideus des Unterkiefers über die Incisura semilunaris hinweg an die hintere Fläche des Muscul. masseter geht, um sich in ihm zu verästeln. b. *Nervi temporales profundi*, ein externus und ein internus, welche an der innern Fläche des M. temporalis in die Höhe steigen und sich in diesem Muskel verästeln, und zwar der äußere Ast im hintern Theile, der innere Ast, welcher sich noch mit dem Sympathicus verbindet, im vordern und mittlern Theile dieses Muskels. c. *Nervus buccinatorius;* er steigt hinter dem Aste des Unterkiefers herab zum hintern Theil des Musculus buccinator, gibt Zweige zu den Muscul. pterygoidei und dem temporalis ab und verästelt sich in den M. buccinator, in den Ductus Stenonianus und die innere Haut der Backen. d. *Nervi pterygoidei*, ein äußerer und ein innerer, treten zu den Musculis pterygoideis.

β. Ramus inferior; dieser vorzugsweise aus sensiblen Fasern der großen Portion bestehende Ast steigt zwischen den beiden Flügelmuskeln etwas nach außen herab und aus ihm entspringen folgende drei Nerven: a. Der *Nervus auricularis anterior*, oder temporalis superficialis. Er entspringt mit zwei Wurzeln und zwar einer obern aus dem Stamme des dritten Astes des Trigeminus und einer untern aus dem gemeinschaftlichen Stamme des Nerv. lingualis und alveolaris inf., welche beide Wurzeln um die Arteria meningea media ein Geflecht bilden und durch zarte Fädchen auch mit dem Ganglion oticum verbunden sind. Der Stamm dieses Nerven läuft dann zwischen dem äußern Gehörgang und dem Condylus des Unterkiefers nach außen um das Gelenk des Unterkiefers herum und theilt

sich dann an dem untern Theile der Parotis, ehe er dieselbe durchbohrt, in folgende Zweige:

aa. *Rami communicantes faciales*, zwei Stück, wovon sich der erstere oder oberste mit dem Stamm des Facialis, der zweite mit dem Plexus anserinus des Facialis verbindet.

bb. *Nervi meatus auditorii externi*, ein oberer und ein unterer; der Nervus meatus auditorius superior spaltet sich, an der vordern Wand des Gehörganges in die Höhe gehend, in einen äußern und innern Zweig, wovon sich der äußere mit mehreren kleinen Zweigen in der Haut der Concha und der Helix verbreitet, während der innere, die Fortsetzung des Stammes, durch eine Knochenspalte an der obern Wand des knöchernen Gehörgangs zwischen der Beinhaut und der innern Haut des Gehörgangs zum obern Rand des Trommelfells geht, wo er theils Fäden zwischen die Platten des Trommelfells schickt, theils sich mit der Chorda tympani verbindet*).

Nachdem nun diese Zweige abgegangen sind, durchbohrt der Stamm des Nervus auricularis anterior den obern Theil der Parotis und steigt dann an der äußern Seite der Wurzel des Jochfortsatzes vor dem Tragus in die Höhe, gelangt so zum vordern Theil des äußern Ohres, an welches er Zweige abgibt und zwar in die Haut des Tragus und des vordern untern Theils der Helix, sowie zur Haut des vordern obern Theils der Helix, zur Haut über dem Ohre und zu den Muscul. attrahens und attolens auriculae, und erstreckt sich dann als Ramus temporalis subcutaneus, als Endzweig an dem Muscul. temporalis hinauf, verliert sich mit seinen Zweigen in die Haut der Schläfe, nachdem er sich nach hinten mit dem Nerv. occipitalis, nach vorn mit dem Facialis verbunden.

Der zweite Nerv des untern Astes des Unterkiefernerven ist der *Nervus alveolaris inferior*, unterer Zahnnerv; er läuft nach außen zum Foramen maxillare posterius herab und schickt, ehe er durch dieses Loch in den Canalis alveolaris inferior eintritt, einen Ramus mylohyoideus ab, welcher seine Zweige zur Glandula submaxillaris und zu den Musculis mylohyoideus, digastricus und transversalis menti schickt. Kaum in den Canal eingetreten, spal-

---

*) Der untere Nervus meatus auditorii läuft zur untern vordern Wand des knorpeligen Gehörgangs in das Innere desselben und verbreitet sich in die Haut und Drüsen, welche das Ohrenschmalz absondern.

tet er sich in einen *Ramus dentalis* und einen *Ramus mentalis*. Der *Ramus dentalis*, Zahnast, welcher auch während seines Verlaufes im Canalis alveolaris inf. mit dem Ramus mentalis durch kleine Zweige in Verbindung steht, schickt aus diesem Canale Zweige aufwärts in die Wurzeln der Zähne und zum Zahnfleisch, und diese Nerven bilden hier wie im Oberkiefer ein Geflecht, Plexus dentalis inferior.

Die Fortsetzung des Stammes des Alveolaris inferior verläßt dann als *Ramus mentalis* den Canal und tritt unter dem Musculus triangularis oris aus diesem und spaltet sich in einen *Ramus labialis inferior externus* und *internus*, die sich zur Haut der Unterlippe, zum Muscul. triangularis und orbicularis oris, und einen *Ramus subcutaneus menti*, welcher sich in der Haut des Kinns und der Unterlippe verästelt*).

Der dritte Ast des fünften Hirnnervenpaares steht also, wie wir gesehen, mit den Nerv. facialis, vagus, glossopharyngeus, hypoglossus und sympathicus in Verbindung und versieht die Zähne und das Zahnfleisch des Unterkiefers, das Geschmacks- und Gehörorgan, die Speicheldrüsen, die Kaumuskeln und die Haut der Schläfe und des Kinns mit Zweigen.

Der Trigeminus überhaupt vermittelt also theils die Empfindung am vordern und seitlichen Theile des Kopfes, dann in der Nasen- und Mundschleimhaut, der Conjunctiva und der Haut des Gesichtes, und bildet so den Hauptempfindungs-Nerven für das Auge, Ohr, Geruchs- und Geschmacksorgan, theils ist er der Bewegungsnerv für die Kaumuskeln.

6) Der *Nervus abducens*, äußerer Augenmuskelnerv. Dieser Bewegungsnerv entspringt mit zwei Wurzeln von beiden Hülsensträngen, er kommt an der Basis des Gehirns zwischen der Brücke und dem Corpus pyramidale zum Vorschein, läuft an der untern Fläche der Brücke aufwärts gegen die Sattellehne, durchbohrt die hintere Wand des Sinus cavernosus und liegt dann in diesem Sinus an der äußern Seite der Carotis interna, verbindet sich mit mehreren Fäden aus dem Plexus caroticus, sowie er Zweige

*) Der dritte Nerv des untern Astes der Unterkiefernerven ist der Nervus lingualis, der sich mit der Chorda tympani verbindet und das Ganglion linguale bildet, Zweige zu der Glandula submaxillaris und sublingualis abgibt und dann mit 5—6 Aestchen in die Zunge geht, die sich in den Wärzchen an der Spitze und den Rändern der Zunge enden.

vom Ophthalmicus und Nasalis des Trigeminus und vom Oculomotorius erhält. Nun durchbohrt er dicht oberhalb der Einmündung der Vena ophthalmica cerebralis die vordere Wand des Sinus cavernosus und tritt durch die Fissura orbitalis superior in die Augenhöhle, wo er, sich weiter nach außen und vorne wendend, mit seinen Zweigen an der innern Fläche des M. rectus externus sich verbreitet.

7) *Nervus facialis;* der Gesichtsnerv entspringt vom mittlern Strang der Medulla oblongata mit zwei Bündeln, wovon das innere, größere, von welchem sich einige Fäden bis zur vierten Ventrikel verfolgen lassen, zwischen dem hintern Rande des Crus cerebelli ad pontem und dem vordern des Corpus restiforme hinter der Olive anfängt, während das äußere, kleinere, neben dem vorigen, aber mehr aus der Tiefe und nach außen entspringt. Der gegen 1''' dicke Stamm legt sich in eine Furche des Nervus acusticus, mit welchem er durch Zellgeweb und mehrere Nervenfäden eng verbunden ist; zum Meatus auditorius internus in die Höhe steigend, verläßt er hier den Nervus acusticus, nachdem er sich noch durch einige Fäden mit ihm verbunden, und tritt durch die Apertura interna in den Canalis Fallopii, geht in diesem Canal Anfangs quer durch die Pars petrosa hindurch nach außen gegen den Hiatus canalis Fallopii, macht eine knieförmige Beugung und geht wieder nach hinten und außen; am vordern Theile dieser knieförmigen Biegung befindet sich der Knieknoten, Ganglion geniculatum, welcher von rundlicher dreieckiger Gestalt ist und den Nervus vidianus, den Nervus petrosus superficialis minor und einen feinen Faden vom Sympathicus aufnimmt und nach Arnold ein Fädchen zur Verbindung mit dem Nervus petrosus superficialis minor und ein anderes in den Meatus auditorius internus abgibt. Aus dem Canalis Fallopii läuft dann nach Bildung des Knies der Stamm des Facialis durch das Foramen stylomastoideum heraus, nimmt aber bei seinem Durchgang durch diesen Canal einen Zweig vom Ramus auricularis des Vagus auf und gibt durch kleine Löcher in der Wand des Canals Fädchen zur Membrana fenestra ovalis, zum Musculus stapedius und zum Ramus auricularis des Vagus ab. Dann entspringt kurz vor seinem Austritt aus dem Fallopischen Canale aus dem Facialis noch die Paukensaite, *Chorda tympani;* sie geht mit dem Facialis noch ein Stück abwärts, schlägt sich aber dann nach außen wieder in die Höhe und tritt durch den

Canalis chordae in die Paukenhöhle ein, läuft in ihr bogenförmig zum hintersten Theil der Fissura Glasseri, durch welche sie dann neben dem Muscul. malleus externus heraus tritt, nachdem sie in der Paukenhöhle einige kleine Zweige zum Muscul. malleus externus und Tensor tympani, sowie zum Nervus tympanicus des Auricularis ant. abgegeben. Aus der Paukenhöhle herausgetreten, steigt sie an der innern Seite des Nerv. alveolaris inf. schräg herab und senkt sich in den Ramus lingualis des dritten Astes des Trigeminus ein, deren Fäden in diesem theils zum Ganglion maxillare, theils zur Zunge gehen.

Der durch das Foramen stylomastoideum aus dem Fallopischen Canale heraustretende Stamm des Facialis gibt unter der Parotis noch drei Nerven, nämlich den *Nerv. auricularis post.*, den *Digastricus* und den *Stylohyoideus* ab, geht dann durch die Parotis, wo er einen Plexus bildet, und tritt, in einen obern und untern Ast gespalten, ins Gesicht.

Der *Nervus auricularis posterior* geht zwischen dem Processus mastoideus, welcher einige Fäden erhält, und dem äußern Ohre in die Höhe und theilt sich in einen hintern Zweig, welcher sich im Muscul. occipitalis und der Haut und in einen vordern, welcher sich in den Musculis retrahentes und der Haut dieser Theile verzweigt.

Der *Nervus digastricus* verbreitet sich im hintern Bauch des Musculus digastricus, wovon einige Aestchen den Muskel durchbohren und mit Zweigen des Nervus glossopharyngeus und des Sympathicus zusammenhängen, während der *Nervus stylohyoideus* sich in den Musculus stylohyoideus und styloglossus verästelt.

Nachdem sich der Stamm des Facialis hinter der Arteria temporalis in einen obern und untern Ast gespalten, welche durch Zweige unter einander und mit dem Temporalis superficialis sich geflechtartig verbinden und das Ohrspeicheldrüsengeflecht, *Plexus parotideus,* bilden, welches Zweige zur Parotis und durch dieselbe hindurch zur Haut schickt, tritt er mit zwei größern Aesten aus der Parotis hervor, welche sich strahlenförmig im Gesichte verbreiten. Der obere derselben, der *Ramus superior*, vertheilt sich, nachdem er viele Verbindungszweige in den Plexus parotideus geschickt, in folgende Zweige:

a) *Rami faciales temporales*, in der Regel drei, gehen zur Schläfengegend, verbinden sich auf der Aponeurose des Schläfenmuskels

mit dem Nervus subcutaneus malae, zygomaticus und auricularis anterior zum Plexus temporalis und schicken Zweige zur Haut, zum M. frontalis, orbicularis palpebrarum und attollens auriculae.

b) *Rami zygomatici*, seu malares, 3—4 Stück, gehen über den Jochbogen zum äußern Theile der Mm. zygomatici und des Orbicularis palpebrarum und zur Haut der Wange.

c) *Rami faciales*, seu buccales, ebenfalls 3—4 Stück, verbinden sich, quer vorwärts zur Backe gehend, unter einander zum Plexus buccalis, und die Aestchen dieser Zweige verbreiten sich theils zur Haut der Backe, der Oberlippe, Mundwinkel und des untern Augenliedes, theils zu den Mm. zygomaticus, levator labii superioris proprius und anguli oris, sowie zum Orbicularis oris.

Der untere Zweig (*Ramus inferior*) des Facialis geht in der Parotis am Aste des Unterkiefers herab, gibt kleinere Aestchen zum M. masseter, zur Haut und dem Plexus parotideus ab, und spaltet sich hinter dem Winkel des Unterkiefers in einen *Nervus subcutaneus maxillae inferioris* und einen *Nervus subcutaneus colli superior*. Der *Subcutaneus maxillae inferioris* tritt aus der Parotis heraus, läuft über den Masseter quer hinweg und längs des untern Randes des Unterkiefers zum Kinn und spaltet sich, nachdem er während dieses Verlaufs Zweige zur Haut, dem M. triangularis und quadratus menti und dem M. platysma-myoides abgegeben, in zwei Zweige, die mit dem Nervus mentalis des alveolaris inferior das Kinngeflecht, Plexus mentalis, bilden, welches die Unterlippe mit Nerven versieht. Der *Nervus subcutaneus colli superior*, der obere Hautnerv des Halses, läuft am Halse herab, verbindet sich mit dem Nerv. subcutaneus colli medius des dritten Halsnerven und vertheilt seine Zweige in der Haut.

Der bei seinem Ursprung wahrscheinlich nur motorische Fasern enthaltende Nervus facialis ist der physiognomische Nerv, der Hauptbewegungsnerv und zugleich der Athemnerv des Gesichtes, er beherrscht alle Gesichtsmuskeln, dann auch die Ohrmuskeln und den M. occipitalis. Er gehört aber zu den sogenannten gemischten Nerven, weil er während seines Verlaufs sowohl vom Trigeminus als auch vom Vagus, welcher in den Canalis Fallopii einen Zweig schickt, auch sensible Fasern enthält. Wahrscheinlich beherrscht er auch die Ausführungsgänge der Speicheldrüsen.

8) Der *Nervus acusticus*, der auf dem Boden des vierten

Ventrikel entspringende Gehörnerv, ist reiner Empfindungsnerv; er geht über dem Corpus restiforme zuerst nach außen, dann nach hinten und unten, um das Crus cerebelli ad pontem herum, tritt, nachdem er noch einige Fädchen von der Medulla oblongata erhalten, an der äußern Seite des Nervus facialis hervor, und steigt dann mit diesem Nerven nach außen zum Meatus auditorius internus in die Höhe. Im Meatus auditorius internus verläßt er den Facialis, welcher in den Canalis Fallopii eintritt und spaltet sich in einen *Nervus cochleae* und einen *Nervus vestibuli.*

Der *Nervus cochlea,* dessen Bündel sich schraubenartig drehen, tritt durch die in den Mediolus führenden Oeffnungen, durch dessen durchlöcherte Wand er nach allen Seiten Aestchen abschickt, welche sich auf der Lamina spiralis und Zona Valsalvae sowohl in der Scala tympani als vestibuli bis zur Cupula geflechtartig verbreiten.

Der dünnere *Nervus vestibuli* spaltet sich, noch ehe er in den Vorhof gelangt, in einen Ramus superior, medius und inferior. Der obere Ast, oder Nervus saccularis major, verbreitet sich an der innern Fläche des Saccus oblongus strahlenförmig an den Ampullen des obern und äußern Gehörganges. Der mittlere Ast geht zum Saccus rotundus und der untere Ast zur Ampulle des hintern Bogenganges.

9) Der *Nervus glossopharyngeus.* Der Zungenschlundkopf-Nerv entspringt mit mehreren Fäden über dem Nervus vagus und unter dem Facialis vom obern Theile der untern Fläche des Corpus restiforme und kommt gerade unter dem Rande der Brücke in der zwischen dem Corpus restiforme und olivare sich befindlichen Furche zum Vorschein, läuft neben dem Vagus unter der Flocke nach außen und vorne in die Höhe, durch das Foramen jugulare hindurch, wo er in einer eigenen Scheide vor dem Vagus und der Vena jugularis interna liegt und während dieses Verlaufes zwei Ganglien bildet, nämlich das *Ganglion jugulare superius* und *inferius* oder Ganglion petrosum.

a) Das *Ganglion jugulare superius* gehört nur einem Bündelchen von einigen Fäden dieses Nerven, also nicht dem ganzen Stamme an und ist nur ein kleiner Knoten $^1/_2$—1''' lang und $^1/_2$—$^3/_4$''' breit.

b) Das *Ganglion jugulare inferius* seu petrosum ist etwas größer als das vorige und liegt in der Vallecula, einer besondern

Vertiefung in der Fossa jugularis des Felsenbeins, am untern Ende des Foramen jugulare; es steht mit dem obersten Halsknoten des Sympathicus, mit dem Nervus vagus oder dessen Ramus auricularis und mit dem Ganglion oticum durch Fäden in Verbindung, und aus seinem vordern Theile entspringt der Nervus tympanicus, seu Ramus Jacobsonii, Paukenhöhlennerv, welcher in den Canalis tympanici tritt, dann zur Paukenhöhle läuft, den Boden derselben durchbohrt und folgende Zweige abgibt: a. Einen Zweig zu der in der Fenestra rotunda ausgespannten Membrana secundaria tympani. Hierauf geht der Nervus tympanicus nach oben gegen das Promontorium hin, erhält ein Fädchen aus dem Canalis caroticus vom Sympathicus, und schickt noch weiter ab: b. Einen Zweig nach vorne, welcher in die Tuba Eustachii tritt und sich in die um die Mundöffnung der Tuba Eustachii liegenden Drüschen verliert. c. Einen Zweig zur Fenestra ovalis. Auf gleicher Höhe mit der Fenestra ovalis angekommen, theilt sich nun der Tympanicus in zwei Aeste, nämlich in einen *Nervus petrosus profundus minor*, welcher in den Canalis caroticus zum Plexus caroticus tritt, sich mit dem Nervus vidianus profundus verbindet und ins Ganglion sphenopalatinum sich verliert; dann einen *Nervus petrosus superficialis minor*, welcher ein Fädchen vom Facialis erhält und dann durchs Foramen ovale oder spinosum abwärts zum Ganglion oticum tritt. An der innern Wand der Paukenhöhle, auf deren Boden, befindet sich der *Plexus tympanicus*, welcher aus dem Ramus Jacobsonii, dem Nervus petrosus superficialis minor (aus dem Ganglion oticum) und dem Nervus carotico-tympanicus superior und inferior, aus dem Plexus caroticus des Sympathicus gebildet wird und zur Tuba Eustachii, zur Schleimhaut der Paukenhöhle, zur Chorda tympani und an die Cellulae mastoideae Aeste schickt.

Nach der Bildung des Ganglion jugulare und petrosum verläßt der Stamm des Glossopharyngeus das Foramen jugulare, geht an der vordern und äußern Seite der Carotis cerebralis herab, schickt mehrere Zweige zum Facialis, Vagus und Plexus nervorum mollium ab und theilt sich dann in einen *Ramus pharyngeus* und *Ramus lingualis*.

a) Der *Ramus pharyngeus* tritt mit dem Ramus pharyngeus des Vagus zum obern Theil des Pharynx und bildet mit diesem

Nerven und dem Accessorius und Sympathicus den *Plexus pharyngeus superior*, woraus die Muskel- und Schleimhaut des Schlundkopfs mit Nerven versorgt werden; nur ein Ast, der *Ramus pharyngo-basilaris*, geht abwärts in den Muscul. constrictor superior, tensor und levator palati mollis.

b) Der *Ramus lingualis*, die eigentliche Fortsetzung des Stammes, versieht den Muscul. stylopharyngeus mit Zweigen, geht gegen die Zungenwurzel herab und tritt dann unter der Tonsilla, an der innern Seite des Muscul. styloglossus, in die Zungenwurzel ein, wo er sich im hintern Theile des Ueberzugs und der dort liegenden Papillen, sowie im Zungenmuskel verbreitet und bei seiner Ausbreitung gegen die Zungenspitze mit dem Ramus lingualis des Trigeminus vielfach anastomosirt.

Außerdem aber entspringen aus dem Lingualast noch Zweige zu den Musculis hyo- und styloglossus, stylopharyngeus, glossopalatinus zur Schleimhaut der Epiglottis und zur Tonsilla.

Dieser Nerv ist, wie wir früher gesehen haben, der eigentliche Geschmacksnerv, doch ist er nicht rein sensorieller Natur, sondern ein gemischter Nerv, welcher außerdem noch die Schlundmuskeln mit Zweigen versieht, und nach Volkmann sind die an der Bildung des obern Felsenbeinknoten theilnehmenden Fäden motorisch und für den Pharynx bestimmt. Auf jeden Fall ist seine Wirkung beim Schlingen nicht so unbedeutend, und von der Zunge versieht er namentlich den hintern Theil der Zungenschleimhaut mit Zweigen.

10) Der *Nervus vagus*. Der Stimm- oder Lungenmagennerv entspringt mit 12—16 Fäden von der untern Seitenfläche des Corpus restiforme, vom Corpus olivare und dem Grunde der Rautengrube. Diese in mehrere Bündel vereinigten Fäden treten gleich unterhalb des Nerv. glossopharyngeus aus der Furche zwischen Corpus olivare und restiforme hervor, vereinigen sich dann zu einem, 2''' breiten Strang, gehen zum Foramen jugulare, und bilden erst hier, von einer besondern Scheide der Dura mater eingeschlossen, einen mehr rundlichen Stamm, welcher in der vordern Abtheilung des Foramen jugulare vor der Vena jugularis liegt. Während seines Durchgangs durch dieses Loch nimmt er den Nervus accessorius in seine Scheide auf und vereinigt sich zum Theil mit ihm. Gleich nach seinem Eintritte in das Foramen jugulare schwillt der Vagus in seinem ganzen Stamme zum *Ganglion ju-*

gulare nervi vagi an, welches 6—8''' höher liegt, als der Plexus ganglioformis des Vagus; es ist 1—1½''' hoch und ¾—1''' dick, von ovaler Form und steht durch einen Faden des obersten Halsknoten mit dem Sympathicus, mit dem Ganglion petrosum des Nerv. glossopharyngeus, mit dem Nerv. facialis und dessen Ramus auricularis post. und mit einem Bündelchen der obersten Wurzel des Accessorius in Verbindung, während sich der Nervus accessorius an dasselbe nur anlegt, ohne sich mit ihm zu verbinden, wie die kleine Portion des Trigeminus an das Ganglion Gasseri. Aus dem hintern Theile des Ganglion jugulare entspringt der

Ramus auricularis nervi vagi, welcher noch einen Zweig vom Ganglion petrosum aufnimmt und dann nach hinten tritt in den Canalis Fallopii und sich in drei Zweige spaltet, wovon der erste und kleinste aufwärts geht und sich mit dem Facialis, der zweite nach unten läuft und sich ebenfalls mit diesem Nerven verbindet, während der dritte und stärkste Zweig in den, im vordern Theil des Processus mastoideus liegenden Canalis mastoideus läuft und sich in zwei Aestchen spaltet, wovon das eine sich theils in der innern Fläche des äußern Ohres, theils in den Ohrenschmalzdrüsen verästelt, während das andere sich mit dem Nervus auricularis posterior des Facialis verbindet.

Nach der Bildung dieses Knotens läuft nun der Stamm des Nervus vagus zuerst vor dem Hypoglossus, dann hinter demselben an der innern Seite der Vena jugularis interna und der Carotis cerebralis herab, nimmt ungefähr ¾''' unterhalb des Foramen jugulare den vordern Bündel des Nerv. accessorius auf, und bildet gleich darauf eine Anschwellung, den *Plexus ganglioformis*, Knotengeflecht, welches dadurch entsteht, daß die Fasern des Vagus und zum Theil auch des Accessorius auseinander weichen, sich verflechten und zwischen sie eine graulich-röthliche Ganglienmasse sich lagert. Diese 8—10''' lange Anschwellung liegt etwas höher als das oberste Halsganglion des Sympathicus und steht mit diesem und dem Nervus glossopharyngeus, hypoglossus, Plexus nervorum mollium und der Schlinge des ersten und zweiten Halsnerven in Verbindung, und aus ihr entspringt oben der *Ramus pharyngeus* und aus deren Mitte der *Ramus laryngeus superior*.

Unterhalb des Plexus ganglioformis steigt der etwas dünner gewordene Stamm des Vagus zwischen der Arteria carotis com-

munis und der Vena jugularis interna in einer gemeinschaftlichen Scheide mit denselben vor dem Muscul. longissimus colli am Halse herab, gibt den *Nerv. cardiacus longus* und einen Verbindungszweig zum Ramus descendens nervi hypoglossi ab, tritt vor der Arteria subclavia in die Brusthöhle und hinter die Lungenwurzel in's Cavum mediastini postici und hier mit der Speiseröhre zum Magen. Wenn man diesen Nerven in einen Hals-, Brust- und Bauchtheil trennt, so sieht man aus jedem einzelnen dieser Theile folgende Nerven entspringen:

a) Aus dem Halstheil des Vagus entspringen:

α. Der *Ramus pharyngeus*, Schlundkopfast. Dieser in der Regel doppelte Nerv steigt an der innern Seite der Arteria carotis cerebralis schief nach vorn und innen herab und bildet, sich mit dem Ramus pharyngeus des Glossopharyngeus vereinigend, den *Plexus pharyngeus superior*, woraus, wie wir oben gesehen, die Musculi constrictores pharyngis und die Schleimhaut des Schlundkopfs ihre Nerven erhalten.

β. Nervus laryngeus superior, der obere Kehlkopfnerv, entspringt, wie wir oben gesehen, aus der Mitte des Plexus ganglioformis, steigt an der innern Seite der Carotis interna schräg herab gegen den Kehlkopf, erhält mehrere Fäden vom Ganglion cervicale supremum, während er andere zu den weichen Nerven abgibt und spaltet sich in einen innern und einen äußern Zweig.

aa. Der innere Zweig, *Ramus laryngeus internus*, geht, sich mit Zweigen des Plexus nervorum mollium und Pharyngeus verbindend, neben der Arteria thyreoidea hinter dem Muscul. hyothyreoideus durch die zwischen dem Zungenbein und dem Schildknorpel liegende Membran in das Innere des Kehlkopfs, wo er mit dem Nervus laryngeus inferior anastomosirt und sich mit seinen Zweigen zur Epiglottis, den Mm. thyreo- und aryepiglotticus, arytaenoideus, crico- und thyreo arytaenoideis, sowie zur Schleimhaut der Stimmritze verbreitet.

bb. Der äußere Zweig des obern Kehlkopfnervs, der *Ramus laryngeus externus*, steigt hinter der Carotis interna am Seitenrand des Schildknorpels nach innen herab und bildet mit dem Ramus laryngeus internus, Nervus cardiacus longus und Zweigen des Sympathicus und Plexus pharyngeus sup. das am untern Ende des Schlundkopfes liegende Schlundkopfgeflecht, *Plexus pha-*

ryngeus inferior, welches Zweige zur Schilddrüse und zu den Mm. constrictor pharyngis inferior, sterno- und hyothyreoideus und zum M. crico-thyreoideus schickt, welch' letzterer Zweig zwischen der Cartilago cricoidea und thyreoidea in die innern Theile des Kehlkopfs dringt.

In der Mitte seines Verlaufs am Halse entspringt bisweilen auf der linken Seite aus dem Stamme des Vagus ein dünner Faden, welcher hinter der Vena subclavia zur Thymusdrüse geht.

γ. Außerdem entspringen aus dem Halstheil des Vagus noch *Rami cardiaci*, auf der rechten Seite 3—4, auf der linken 1—2, welche sich bis zur Aorta erstrecken und in den Plexus cardiacus übergehen.

b) Aus dem Brusttheil des Nervus vagus entspringen:

δ. Der *Nervus recurrens*, oder laryngeus inferior; er schlägt sich auf der rechten Seite um die Arteria subclavia, auf der linken um den Arcus aorta herum, geht an der Seite in der Furche zwischen der Luft- und Speiseröhre zum Pharynx und Larynx in die Höhe und gibt Verbindungsäste zum Plexus cardiacus, pulmonalis anterior, Ganglion cervicale infimum und medium ab, dann Nervi tracheales superiores für den Halstheil der Luftröhre, Nervi oesophagei superiores für den obern Theil der Speiseröhre, worauf dann das obere Ende des Stammes als *Nervus laryngeus inferior* in der Höhe der Cartilago cricoidea den M. constrictor pharyngis inferior durchbohrt, diesem und dem Plexus pharyngeus inferior Zweige abgibt und an die hintere Wand des Kehlkopfs tritt, um sich mit einem innern und äußern Zweig in den Muskeln und der Schleimhaut des Kehlkopfs zu verästeln.

ε. Nervi tracheales inferiores. Die untern Luftröhrennerven entspringen hinter der Lungenwurzel aus dem Vagus, wovon einige zur Muskel- und Schleimhaut des hintern Theils der Luftröhre und Speiseröhre treten, während andere vor der Trachea herabsteigen und in Verbindung mit Zweigen des Plexus cardiacus und der obern Luftröhrenzweige den *Plexus pulmonalis anterior* bilden, dessen Nerven mit den Lungengefäßen in die Substanz der Lungen eindringen, während der *Plexus pulmonalis posterior* an der hintern Fläche des Bronchus seiner Seite vom Stamme des Vagus selbst dadurch gebildet wird, daß seine Bündel auseinander weichen

und sich unter sich und mit Fäden aus dem Plexus cardiacus, Ganglion cervicale infimum und 1.—4. Ganglion thoracicum verbinden, dessen zahlreiche Nerven an den Bronchien in die Lungensubstanz treten und bis zur Schleimhaut der feinsten Luftröhrenästchen dringen.

Aus dem Brusttheil des Vagus entspringen endlich noch die *Nervi oesophagei inferiores*, und zwar aus dem wieder vereinigten Stamm des Vagus; sie umstricken die Speiseröhre und bilden mit Zweigen des Plexus pulmonalis und der Ganglia thoracica den *Plexus oesophageus anterior* und *posterior*, deren Zweige sich in die Häute des Schlundes, zum Plexus cardiacus und zur Aorta begeben, während aus den vordern Plexus noch einige Zweige zur vordern Fläche des Magens und zur Curvatura minor und aus den hintern zur hintern Fläche des Magens treten.

c) Aus dem Bauchtheil des Nervus vagus entspringt:

ζ. Der *Plexus gastricus magnus*. Nachdem die zum Zweck der Bildung des Plexus pulmonalis posterior auseinander getretenen Bündel des Vagus sich wieder vereinigt und an den Oesophagus angelegt haben, gehen die beiden Vagi mit ihm, der linke mehr an der vordern Fläche, der rechte mehr an der hintern durch das Foramen oesophageum des Zwerchfells zum Magen, und bilden dann den *Plexus gastricus anterior* und *posterior*. Das hintere Magengeflecht wird hauptsächlich vom rechten Nervus vagus, und zwar am hintern und innern Umfange der Cardia unter Beihülfe von Zweigen aus dem linken Nervus vagus und dem Plexus coeliacus des Sympathicus gebildet, und dessen Nerven verbreiten sich theils mit der Arteria coronaria ventriculi sinistra an der kleinen Curvatur, theils verästeln sie sich im linken Leberlappen und an der hintern Fläche des Magens, wie sie auch mit dem Plexus hepaticus und coeliacus zusammenhängen. Der vordere *Plexus gastricus* wird vom kleinern linken Nervus vagus gebildet, dessen Zweige sich strahlenförmig über die vordere Fläche des Magens verbreiten und theilweise auch in den Plexus hepaticus eintreten.

Der Vagus, welcher ursprünglich nur sensible Fasern enthält, erhält erst nach seinem Austritte aus dem Foramen jugulare motorische Fasern vom Accessorius beigemischt, woher also die Bewegungsfasern für den Ramus pharyngeus und die Nervi la-

ryngei stammen. Seine sensoriellen Fasern verbreiten sich über die Stimm- und Athemwerkzeuge, den Schlund, Magen und das Herz und außerdem noch auf das äußere Ohr durch seinen **Ramus auricularis**; zudem ist er durch seinen **Ramus pharyngeus** der Bewegungsnerv der Muskeln des Schlundes, sowie durch seine **Nervi laryngei** der Bewegungsnerv für die Muskeln des Kehlkopfs. Das Weitere über diesen Nerv wird weiter unten näher bezeichnet werden.

11) Der *Nervus accessorius Willisii.* Dieser rein motorische Nerv entspringt mit 6—7 Wurzelfäden aus der **Medulla spinalis**, und zwar aus der hintern Hälfte des mittlern Strangs des obern Theiles des Rückenmarks und mit 3—4 Fäden aus der **Medulla oblongata**. Er beginnt in der Gegend oberhalb der Wurzel des siebenten Halsnerven, steigt, allmählich dicker werdend, zwischen den vordern und hintern Wurzeln der Cervicalnerven an der Seite des Rückenmarks, nachdem er zwischen je zwei hintern Wurzeln der obersten Halsnerven einen Faden von der **Medulla spinalis** aufgenommen, zum **Foramen magnum** in die Höhe. Ehe er aber durch dieses Loch in die Schädelhöhle eintritt, verbindet er sich noch mit der hintern Wurzel des ersten Halsnerven und wendet sich dann, in die Schädelhöhle eingetreten, gegen das **Foramen jugulare**, nachdem er vorher seine 3—4 Wurzeln aus der **Medulla oblongata** aufgenommen. Im **Foramen jugulare** ist er mit dem **Nervus vagus** in dieselbe, von der **Dura mater** gebildete Scheide eingeschlossen, legt sich dann an den hintern Umfang des **Ganglion jugulare nervi vagi** genau an und spaltet sich unterhalb des Ganglion in einen innern und äußern Ast.

Ueber den Ursprung und Verlauf des **Nervus accessorius** im Rückenmark sagt Lenhossek, daß er schon in der Lendenanschwellung nachweisbar sei, und seinem größern Theile nach so an die äußere Oberfläche der **Pia mater** gebunden verlaufe, wie die Nervenfaserzüge des Plexus der **Pia mater**. Die gewöhnlich angegebene Höhe seines Auftretens beziehe sich auf die Stelle, wo er bereits stark genug geworden sei, um mit freiem Auge wahrgenommen zu werden. Ebenso verhalten sich die Wurzeln. In der Höhe des zweiten Spinalnerven-Paars erscheint auf Querdurchschnitten des Rückenmarks hinter den keulenförmigen Vorderhörnern eine starke, dornenförmige Verlängerung der grauen Substanz, aus deren Enden die Faserzüge hervorgehen, die sich nur durch ihre Stärke von jenen des radialen

Systems unterscheiden. Von da abwärts gegen die Lendenanschwellung schwinden zwar diese seitlichen Ausziehungen der Gangliensäulen, aber drei, aus **Processus reticulares** hervorgehende Faserzüge, welche stärker sind, als die des radialen Systems, zeigen sich noch durch die ganze Lendenanschwellung. Der mittlere jener Faserzüge ist der schwächste und verliert sich schon oberhalb der Nackenanschwellung, der vordere verläuft nahe an den vordern Spinalwurzeln und verliert sich erst in der Höhe der Pyramidenkreuzung, der hintere läuft als der stärkste vor der hintern Wurzel und dem Kegel, und steht durch **Processus reticulares** mit ihnen in Verbindung. In der Höhe der Pyramidenkreuzung treten die centralen Faserzüge des **Accessorius** aus schwächern **Processus reticulares** hervor; die centralen Faserzüge seiner beiden obersten Wurzeln gehen unmittelbar von den motorischen und sensiblen Colonnen aus. Wie am Nervengeflecht der **Pia mater**, kommen auch an den Wurzelfäden und dem Stamme des **Accessorius** eingeschaltete und äußere anhängende Ganglienzellen vor.

Der *Ramus internus* des **Accessorius** liefert dem **Vagus** seine motorischen Fasern, er verbindet sich zunächst mit dem **Plexus pharyngeus** des **Vagus** durch ein oder zwei Zweige, welche vor dem **Vagus** herablaufen und diesen Plexus bilden helfen; dann läuft er an der hintern Fläche des **Vagus** herab und tritt mit mehreren Fäden in den **Plexus ganglioformis** des **Vagus** ein, von wo aus sich seine Fäden bis in den **Ramus pharyngeus** und den äußern Zweig des **Nervus laryngeus superior** verfolgen lassen.

Der weit größere *Ramus externus* des **Accessorius** bildet die Fortsetzung des Stammes, läuft hinter dem **Nervus hypoglossus** herab und von da an die innere Fläche des **Muscul. sternocleidomastoideus**, den er mit Zweigen versieht, und begibt sich dann nach hinten und über den **Muscul. levator anguli scapulae** herab zur innern Fläche des **Muscul. cucullaris**.

12) *Nervus hypoglossus.* Der Zungenfleischnerv entspringt am vordern Theile der **Medulla oblongata** mit vielen kurzen Fädchen, welche zwischen dem **Corpus pyramidale** und **olivare** zum Vorschein kommen. Diese sich zu 2—3 Strängen vereinigenden Fädchen steigen vor der Olive und hinter der **Arteria vertebralis** zum **Foramen condyloideum anterius** aufwärts, dringen in dieses ein, und erst hier treten in der Regel die bis hieher noch getrennten

Stränge zu einem Stamme zusammen, welcher nach seinem Austritt aus der Schädelhöhle an der hintern und innern Seite des Vagus herabsteigt, und durch Zweige mit diesem, sowie mit dem Accessorius, Sympathicus und dem ersten Halsnerven in Verbindung steht, wodurch eine Art Geflecht gebildet wird. Der Stamm des Nerven läuft nun zwischen dem Vagus und Accessorius unter den hintern Bauch des Muscul. digastricus herab, wendet sich dann nach vorn zur äußern Fläche des Muscul. hypoglossus und bildet einen nach unten convexen Bogen, welcher nach außen durch die Glandula submaxillaris bedeckt wird. Ehe der Stamm des Hypoglossus in die Zunge selbst tritt, gibt er noch den Ramus descendens ab und versieht die Mm. genioglossus, styloglossus, geniohyoideus und thyreohyoideus mit Zweigen, schlägt sich dann um die Arteria lingualis herum und dringt durch oder an dem M. genioglossus in das Fleisch der Zunge, wo er sich geflechtartig bis zur Spitze verbreitet und sich mit Zweigen des Nervus lingualis verbindet.

Der vom Nervus hypoglossus entspringende *Ramus descendens,* welcher in der Regel noch einen Faden vom Vagus, dem ersten Halsnerven und Sympathicus erhält, steigt am äußern Rande des Muscul. sterno-cleidomastoideus herab, um sich theils in diesen Muskel, theils in die Mm. omo- und sterno-hyoideus zu verästeln.

Die Function dieses Nerven ist insofern eine höchst wichtige, als er die Schling- und Sprachbewegungen der Zunge leitet, ebenso aber auch die Bewegungen der großen Muskeln des Kehlkopfs und des Zungenbeins, nämlich, wie wir gesehen, des Musculus geniohyoideus, omohyoideus, sternohyoideus, hyothyreoideus und sternothyreoideus. Anfangs wahrscheinlich bloß motorisch, nimmt er in seinem Verlaufe auch sensible Fasern auf.

Nach Lenhossek sammeln sich die Primitivfasern des Hypoglossus in zwei Zügen, einem äußern und einem innern, von denen jeder einen kleinen, nach vorn concaven Bogen bildet, beide aber vereinigen sich noch innerhalb der Gangliensubstanz. Jeder Bogen des innern Zugs enthält Fasern, welche der motorischen Colonne der andern Seite entspringen, und diese Kreuzung geschieht unter noch spitzigern Winkeln, als bei den Wurzeln der vordern Spinalnerven, und ganz nach oben scheinen sich die Faserzüge parallel zu kreuzen.

Lenhossek gegenüber, war Luschka nur im Stande, eine Kreuzung

der Wurzeln des Nervus hypoglossus am Bezirke des Septum zu erkennen, während er die obern, der Rautengrube entsprechenden Ursprungsfasern jederseits nur bis in die graue Substanz der Eminentia teres verfolgen konnte. Bei menschlichen Leichen konnte er nie etwas beobachten, was er für eine hintere Wurzel des Nerv. hypoglossus oder als dessen Ganglion hätte ansehen können; dagegen sah er zu den aus der Medulla oblongata austretenden Wurzelfäden des Hypoglossus einzelne Fäden der vordern, sehr selten der hintern Wurzel des ersten Cervicalnerven sich gesellen.

Die Wurzelfäden laufen selten alle unter der Arteria vertebralis zum Canalis hypoglossi des Schädels, sondern in der Regel über der Arterie, oder so, daß sie dieselbe schlingenartig umfassen.

Wie wir oben gesehen, werden dem ursprünglich motorischen Stamme des Hypoglossus auf seinem Verlaufe auch sensible Fasern beigemischt, und Luschka führt als sensible Zweige dieses Nerven folgende an: 1) Feine, den Rr. sinuvertebralis der Spinalnerven entsprechende Zweige an der Austrittsstelle aus dem Canalis hypoglossi, welche theils in den Wänden des Sinus occipitalis und des venösen Gefäßkranzes des Hypoglossus sich verbreiten, theils durch feine Oeffnungen der Wand des Canals mit Blutgefäßchen in die Diploe des Hinterhauptbeins gelangen. 2) Ein aus dem hintern Umfang des Nerven, 1—2 Cm. unter dem Canalis hypoglossi kommendes stärkeres, oder 2—3 feinere Fädchen, welche sich rückwärts wenden und in der Wand der Vena jugularis interna sich verlieren, mit welchen sich zuweilen ein feines Aestchen aus dem Ganglion cervicale supremum verbreitet. Die Quelle dieser sensiblen Zweige sucht Luschka in der Verbindung des Hypoglossus mit dem Ramus lingualis des Trigeminus und dem Ganglion sublinguale. Diese Verbindung besteht in der Regel darin, daß 1) ein dickeres oder einige feinere Fädchen aus dem Stamme des Lingualis abtreten, um sich in einem vorwärts converen Bogen entweder zum Stamm des Hypoglossus oder zu einem seiner äußern Aeste zu begeben. 2) Darin, daß ein dünneres Fädchen aus dem vordern Rande des Ganglion submaxillare ausgeht, und, indem es sich an die directen Zweige des Lingualis anlegt, denselben Weg verfolgt. Von dieser Regel finden aber zweierlei Abweichungen statt, indem a) der ganze anastomotische Ast, den

Knoten durchsetzt, und b) derselbe, ohne das Ganglion zu berühren, aus dem Nervus lingualis entspringt. Ein Theil des anastomotischen Fadens setzt seinen Weg central gegen die Wurzel des Hypoglossus fort. Die Annahme, daß diese Anastomose dem Ganglion motorische Fasern zuführe, glaubt Luschka durch den Umstand widerlegen zu können, daß die Chorda tympani diesem Zweck bereits entspricht, weßwegen es wahrscheinlich sei, daß die Anastomose sensible Fasern des Lingualis rückwärts zum Stamme des Hypoglossus führe.

Was die Verbindung des Hypoglossus mit dem Sympathicus betrifft, so beobachtete dieselbe Luschka regelmäßig 6 Mm. unter dem Canalis hypoglossi durch Vermittlung eines 5 Mm. langen und ½ Mm. dicken Fädchens; dasselbe erschien stets weiß, von Consistenz und Ansehen den cerebrospinalen Fäden ähnlich und zeigte auch eine überwiegende Anzahl breiter, doppelt contourirter Primitivröhrchen. Dieses Fädchen verbindet in schiefer Richtung das obere Ende des Ganglion cervicale supremum mit dem innern Umfang des Truncus hypoglossi. Es ist derselbe Zweig, von welchem Budge annimmt, daß er dem Ganglion cervicale supremum Elemente des Hypoglossus zuführe und schließlich dem Iris sympathicus motorische Fasern ertheile.

Eine Verbindung des Hypoglossus mit dem Vagus ist nur eine scheinbare, indem die aus dem Vagus in den Hypoglossus eintretenden Fäden bald wieder zum Stamm des Vagus zurückkehren.

Die centripetalen Bogenfasern zwischen dem Hypoglossus und den Zweigen der Cervicalnerven sind Fädchen, welche von einem der drei obern Cervicalnerven herrühren, gegen das centrale Ende des Hypoglossus verlaufen, und, nachdem sie sich eine kürzere oder längere Strecke an diesen angelegt, oder in dessen Scheide eingeschlossen, aufwärts gezogen sind, zur peripherischen Verbreitung wieder abgehen. In einem Falle sah Lenin ein von dem vordersten Aste des ersten Cervicalnerven abgehendes Fädchen so unter einem nach abwärts converen Bogen aufsteigen und 1 Cm. unter dem Canalis hypoglossi in den Stamm des Hypoglossus einsenken, so daß es schien, als laufe es der Wurzel jenes Nerven entlang direct in die Medulla oblongata; doch zeigte es sich, daß ein, anscheinend unmittelbar aus dem Stamme des Hypoglossus abgehen-

des Fädchen weiter nichts war, als das vom **Hypoglossus** wieder abgelöste Ende eben jenes Cervicalzweiges.

Bezüglich des *Ramus descendens* **nervi hypoglossi** hat sich L. überzeugt, daß er nie vom **Hypoglossus** abstammt, sondern bald von einem Zweig des ersten Cervicalnerven allein, bald von diesem und einem aus dem zweiten Cervicalnerven herrührenden Fädchen zugleich gebildet werde, welches sich aber schon hoch oben in die Scheide des **Hypoglossus** einsenkt und erst da wieder unter einem spitzigen Winkel abtritt, wo er beginnt, in seinen Bogen überzugehen. Mit diesem **Nervus descendens** vereinigen sich dann Fäden, welche aus dem zweiten und dritten, selten aus dem ersten Cervicalnerven entspringen und selbstständig und frei nach abwärts verlaufen. Nur ausnahmsweise verbindet sich der **Descendens** mit einem sympathischen Fädchen aus dem obern Halsknoten und noch seltener durch ein Fädchen mit dem **Vagus**.

Dieses wäre nun der Ursprung, der Verlauf und die peripherischen Endigungen der zwölf Hirnnervenpaare. Ihr Einfluß für unsern Zweck, nämlich auf Verdauung, Anbildung und Rückbildung, oder den Stoffwechsel überhaupt, ist ein sehr verschiedener, so zwar, daß einige davon, wie z. B. der **Opticus, Oculomotorius, Trochlearis, Abducens** und **Acusticus**, lediglich keinen Einfluß in dieser Beziehung haben, während von den übrigen die einen einen mehr entfernten, die andern einen mehr directen Einfluß auf den Stoffwechsel haben, und zwar, wie namentlich der **Trigeminus** und der **Vagus**, einen höchst wichtigen, so daß die frühere Ansicht, daß nur das organische oder sympathische Nervensystem sich beim Stoffwechsel betheilige, eine ganz falsche ist, und unsere Aufgabe ist es nun, zu zeigen, daß die Gehirnnerven nicht nur Empfindung, Bewegung und die Sinneseindrücke zu vermitteln im Stande sind; sondern daß einzelne davon am Stoffwechsel einen solchen Antheil nehmen, daß derselbe ohne ihren normalen Einfluß geradezu unmöglich wird.

Die vom Gehirn entspringenden Nerven enthalten nämlich, wie die des Rückenmarks, sensible und motorische Fasern, welche natürlicher Weise, wie wir zum Theil gesehen, auch verschiedene Ursprünge haben, allein nicht, wie die Spinalnerven, gleich zu einem gemischten Stamme zusammentreten, da es Gehirnnerven gibt, welche von ihrem Ursprung bis zu ihrem Ende aus rein sensiblen Fasern ohne alle Mischung mit motorischen bestehen, und wieder andere, welchen

erst während ihres Verlaufs andere Fasern beigemischt werden, abgesehen davon, daß vom Gehirn auch Fasern entspringen, welche weder der Empfindung noch der Bewegung dienen, sondern in die chemisch-physiologischen Vorgänge des Stoffwechsels eingreifen.

Bezüglich der Nervenursprünge im Gehirn haben namentlich Jacubowitsch und Owsjannikow durch ihre Untersuchungen das Resultat erlangt, daß im Gehirn zwei anatomisch und functionell verschiedene Klassen von Nervenzellen existiren, nämlich große für die Bewegung und kleine für die Empfindung. So entspringen die drei reinen Empfindungsnerven, nämlich der **Olfactorius, Opticus** und **Acusticus** von kleinen Zellen mit feinen Ausläufern. Diese Zellen sind drei- bis viermal kleiner als die großen Zellen, heller gefärbt, graulichweiß, mehr oval, und ihre Ausläufer, 3—4 an der Zahl, sind auch drei- bis viermal feiner als die Ausläufer jener großen Zellen. Die übrigen Gehirnnerven haben einen gemischten Ursprung von großen und kleinen Zellen; so entspringen auch der **Trochlearis, Abducens** und **Facialis** aus großen und kleinen Zellen, sowie die **Portio major** des **Trigeminus** von kleinen, die **Portio minor** von großen entspringt. Aus diesen Thatsachen schließen nun die beiden genannten Forscher, daß die kleinen Zellen mit feinen Ausläufern Empfindungs-, die großen Bewegungszellen sind.

Von den ersten vier Gehirnnerven ist es nun der **Olfactorius**, welcher, wenn auch mehr entfernt, aber dennoch zur Verdauung insofern in Beziehung steht, als er, wie wir gesehen haben, der Vermittler des Geruchssinns ist, und dieser mit dem Geschmackssinn in enger Verbindung steht; das Nöthige hierüber wurde weiter oben bei der nähern Bezeichnung des Geruchssinns weiter auseinandergesetzt.

Viel wichtiger als der **Olfactorius**, ist für unsern Zweck schon der **Trigeminus**, welcher, wie wir gesehen, nach Art der Spinalnerven aus einer sensiblen, von kleinen Ganglienzellen, und einer motorischen, von großen Ganglienzellen entspringenden Wurzel zusammengesetzt ist. Nur die große sensible Portion bildet, wie wir wissen, das **Ganglion Gasseri**, während sich die kleine motorische nur an dasselbe anlegt. Außer diesen sensiblen und motorischen Fasern enthält übrigens der **Trigeminus** noch Fasern, welche, wie wir sehen werden, theils der Ernährung vorstehen, theils gewisse Secretionen reguliren. Daß er während seines Verlaufes

viele organische Fasern vom Sympathicus erhält, lehrt uns die Anatomie, indem sie uns zeigt, daß seine drei Hauptäste, wie wir weiter unten sehen werden, vielfach mit dem Sympathicus in Verbindung stehen und daß auch zwischen die im Ganglion Gasseri sich schlängelnden und durchkreuzenden Fasern der Portio major aus dem Plexus cavernosus Zweige des Sympathicus treten, so daß es wirklich scheint, daß die sogenannten Ernährungsfasern des Trigeminus nicht vom Gehirn aus entspringen, sondern mehr dem Sympathicus angehören, worauf auch wirklich die Versuche von Magendie und Langet hinweisen, nach welchen bei der Durchschneidung des Trigeminus zwischen Gehirn und dem Ganglion Gasseri die Ernährungsstörungen, namentlich im Auge, sich kaum zeigen. Wie wir aber weiter unten sehen werden, haben die neuesten Untersuchungen bewiesen, daß diesem nicht so ist.

Neben der Ernährung gewisser Theile und der Regulirung gewisser Secretionen, wovon weiter unten die Rede sein wird, ist er vorzugsweise der Vermittler der Empfindung der vordern und seitlichen Theile des Kopfes, also der ganzen Gesichtsfläche, der Conjunctiva, der Schleimhaut der Augen- und Nasenhöhle, des Mundes, der Zähne, der Zunge, des äußern Gehörgangs und der vordern Fläche des äußern Ohres. Ob sein Zungenast auch bei der Vermittlung des Geschmackssinns betheiligt ist, bleibt, wie wir oben beim Geschmackssinn gesehen haben, vor der Hand noch eine bestrittene Frage; doch scheint derselbe vorzugsweise die Tastempfindung der Zunge, sowie der Zähne hervorzurufen, wie auch die zur Nasenschleimhaut gehenden Zweige dieses Nerven nicht den Geruchssinn, sondern nur die Tastempfindung in diesen Theilen erregen. Seine motorischen Fasern gehen vorzugsweise zu den Kaumuskeln, dem Masseter, Temporalis, Pterygoidei, Mylohyoideus, Tensor palati mollis und Digastricus anterior; außerdem gehen von diesem Nerven noch motorische Fasern zur Regenbogenhaut, die aber nebenher noch Aeste vom Sympathicus und Oculomotorius erhalten.

Der Umstand, daß durch Reizung der Aeste dieses Nerven, namentlich seiner Nasenschleimhaut-Aeste, heftige reflectorische Bewegungen in den Respirationsmuskeln hervorgerufen werden, läßt mit Recht vermuthen, daß zwischen den Ursprungsganglien des Trigeminus und dem der motorischen Nerven der Respirationsmuskeln eine durch Commissurenfasern geleitete Verbindung bestehe.

Was nun die Verbindungen dieses Nerven mit dem Sympathicus betrifft, so nimmt schon der erste Ast desselben, welcher bekanntlich das Auge, die Thränendrüse, die Conjunctiva, die Schleimhaut der Nase und der Stirnhöhle, die Haut der Nase, Stirn und Wangen, sowie die des obern Augenliedes mit Nerven versieht, und zwar ehe er sich spaltet, während seines Verlaufs an der äußern Wand des Sinus cavernosus Fäden vom Sympathicus auf. Dann erhält der zweite Ast des Ramus ophthalmicus, der Nervus nasalis oder nasociliaris aus dem Plexus caroticus Zweige vom Sympathicus, sowie auch die vom Nasalis entspringende Radix longa ganglii ciliaris Fäden vom Sympathicus aufnimmt; ebenso erhält das Ganglion ophthalmicum Fäden aus dem Plexus caroticus (die Radix media), sowie auch noch Fasern des Sympathicus durch ein vom Ganglion sphenopalatinum kommendes Fädchen in das Ganglion ophthalmicum einzutreten scheinen.

Der zweite Ast des Trigeminus, der Nervus maxillaris superior, welcher hauptsächlich die Schleimhaut der Nasenhöhle, des Mundes, des Gaumens, des Pharynx und der Tuba Eustachii, sowie die Zähne und das Zahnfleisch des Oberkiefers, die Haut der Nase, der Wangen und des untern Augenliedes mit Zweigen versieht, nimmt ebenfalls Zweige vom Sympathicus auf, wie dann auch das theilweise vom Nervus sphenopalatinus sich bildende Ganglion rhinicum durch den Nervus vidianus profundus Fasern vom Sympathicus erhält, und nach Fäsebeck durch den Ramus sympathicus anterior und posterior sympathische Fäden zwischen diesem Ganglion und dem Plexus caroticus verlaufen. Auch der ebenfalls aus dem Ganglion rhinicum entspringende Nervus nasopalatinus Scarpae, welcher bekanntlich zunächst die Schleimhaut der Nasenscheidewand mit Zweigen versieht und dann im Canalis incisivus sich mit dem der andern Seite zum Ganglion incisivum verbindet, von welchem Zweige in die Mundhöhle treten und sich theils im Zahnfleisch, theils in der Haut des harten Gaumens verbreiten, wird von einigen Anatomen für einen Theil des Sympathicus angesehen. Der ebenfalls aus dem Ganglion rhinicum kommende Nervus vidianus oder petrosus superficialis major nimmt ferner im Canalis vidianus einen aus dem Plexus coeliacus stammenden sympathischen Zweig auf, der zuweilen so innig mit ihm verbunden ist, daß er für einen Zweig des Vidianus

gehalten und Nervus vidianus profundus genannt wurde; während sich aber der Nervus vidianus superficialis in das Knie des Balkens einsenkt, geht der mit ihm verbundene sympathische Zweig als Nervus petrosus profundus major nach Fäsebeck durch einen Canal des Felsenbeins in die Paukenhöhle und steht mit dem Ramus Jacobsonii in Verbindung.

Der dritte Ast des Trigeminus endlich, der Nervus maxillaris inferior, welcher das Gehör- und Geschmacksorgan, die Zähne und das Zahnfleisch des Unterkiefers, die Haut der Schläfe und des Kinns, die Speicheldrüsen und die Kaumuskeln mit Nerven versieht, steht ebenfalls mit dem Sympathicus schon dadurch in Verbindung, daß schon der Ohrknoten Zweige vom Sympathicus erhält. Bekanntlich spaltet sich dieser Nerv in einen Ramus superior und inferior, wovon der erste die motorischen Fasern der Kaumuskeln enthält, während der zweite, meist sensible Fasern aus dem Ganglion Gasseri enthaltende Ramus inferior sich in einen Ramus auricularis anterior, alveolaris inferior und in den lingualis spaltet. Der erste dieser Aeste, welcher sich mit dem Facialis verbindet, versieht den knorpligen Gehörgang, dessen Haut und die Ohrenschmalzdrüsen mit Nerven. Der zweite, der Ramus lingualis, nimmt bekanntlich die aus der Fissura Glasseri vom Facialis kommende Paukensaite auf, wodurch er motorische Fasern erhält, versieht die Glandula submaxillaris mit Zweigen und bildet dann das Ganglion maxillare, welches neben sensiblen und motorischen Fasern auch organische vom obersten Halsknoten des Sympathicus erhält und die benachbarten Drüsen und Zungenmuskeln mit Zweigen versieht, von wo aus dann der Stamm zur Zunge geht, und sich auf die oben angeführte Weise verzweigt. Der Ramus alveolaris inferior oder dentalis endlich versieht die Glandula submaxillaris, einige Kiefer- und Zungenmuskeln, die Zähne und das Zahnfleisch des Unterkiefers, sowie die Haut des Kinns und der Unterlippen mit Fasern.

Wie wir also gesehen haben, steht der Trigeminus mit dem Sympathicus in vielfacher Verbindung, und die Annahme, daß es die organischen, vom Sympathicus erhaltenen Fasern sind, welche die Ernährung der von den Trigeminuszweigen versorgten Organe und Gebilde reguliren, liegt um so näher, als man bisher nur den organischen Nerven Einfluß auf die Ernährung überhaupt gestattete; wie wir aber weiter unten sehen werden, haben die neuern Versuche

und zum Theil auch die Beobachtung hieher bezüglicher pathologischer Fälle den Beweis geliefert, daß dem Trigeminus schon bei seinem Ursprunge Fasern beigegeben werden, deren Zerstörung, ganz abgesehen von den ihm während seines Verlaufes beigegebenen sympathischen Fasern, Ernährungsstörungen im vollsten Maße zur Folge hat. Allein ohne Berücksichtigung dieser Fasern ist der Trigeminus ein für unsere Aufgabe höchst wichtiger Nerv, indem er durch seine sensiblen Fasern nicht nur die Schleimhaut des Mundes, der Zunge und des Pharynx versieht, und in diesen Theilen den für die Aufnahme der Speisen so wichtigen Tastsinn vermittelt, sondern auch die für die Verdauung ebenso wichtigen Zähne und das Zahnfleisch mit Nerven versieht. Durch seine motorischen Fasern vermittelt er ferner die für den Beginn der Verdauung so wichtige Bewegung der Zungen- und Kaumuskeln; außerdem aber versieht er, wie wir gesehen, auch die Glandula parotis, submaxillaris und sublingualis, also die Speicheldrüsen, mit Zweigen, welche, erregt, den Secretionsproceß in diesen Drüsen vermehren und denselben überhaupt reguliren, eine Secretion, welche bekanntlich für die Verdauung von Wichtigkeit ist. Auf welche Art diese Fasern auf diese Secretion wirken, wissen wir allerdings nicht, nur soviel wissen wir, daß die auf Erregung der Drüsennerven gesteigerte Secretion nicht durch motorische Fasern zu Stande kommt, mehr aber wissen wir auch nicht, und alle von Schloßberger, Ludwig und Kölliker hierüber ausgesprochenen Ansichten sind reine Hypothesen, die sich lediglich auf keine erwiesenen Vorgänge gründen.

Daß die gesteigerte Secretion der genannten Drüsen auf reflectorischem Wege zu Stande kommt, unterliegt wohl keinem Zweifel, wie wir es ja schon bei gesteigerter Thränensecretion auf Reizung der Conjunctiva und der Nasenschleimhaut, aber ebenso bei vermehrter Speichelsecretion auf Reizung der Geschmacksnerven sehen.

Im ersten Falle erfolgt die Reizung sowohl, als die reflectorische Secretion durch die Fasern des Trigeminus, und im zweiten wird die reflectorische Secretion durch Reizung des Nervus glossopharyngeus und Uebertragung dieser Reizung auf die betreffenden Fasern des Trigeminus zu Stande gebracht; es ist also in beiden Fällen eine Uebertragung eines peripherischen Reizes durch centripetale sensible Fasern auf centrifugal leitende Secretionsnerven, welche Uebertragung höchst wahrscheinlich auch hier, wie bei den übrigen

Reflerbewegungen, vermittelst Ganglienzellen zu Stande kommt. Der Ort, wo diese Uebertragung zu Stande kommt, mag im ersten Fall das Ganglion Gasseri sein, während die Uebertragung vom Glossopharyngeus auf die größere Portion des Trigeminus durch die an ihrem Ursprung liegenden und durch Commissurenfasern mit einander correspondirenden Ganglienzellen um so eher möglich ist, als beide, wenigstens theilweise, vom Corpus restiforme und olivare entspringen.

Daß endlich der Trigeminus Fasern enthalte, welche vorzugsweise die Ernährung der von ihm versorgten Organe und Gebilde reguliren, geht schon aus den Versuchen von Magendie und Longet hervor, nach welchen Versuchen auf Durchschneidung dieses Nerven in den an seinen peripherischen Enden liegenden Theilen, namentlich aber im Auge, sehr bald beträchtliche Ernährungsstörungen auftreten. Gleich nach der Durchschneidung tritt nämlich Trübung der Hornhaut ein, wozu übrigens die Verdunstung auch das Ihrige beitragen mag; dieser bald in Geschwüre übergehender Hornhauttrübung folgt bald Entzündung der Conjunctiva und der Iris mit Ausschwitzung und Eiterung; während die Krystalllinse und der Glaskörper unversehrt bleiben, geht das Auge dadurch zu Grunde, daß dasselbe durch die von den Geschwüren durchlöcherte Hornhaut ausläuft. Ebenso erfolgt nach Durchschneidung des Trigeminus Entzündung und Entartung der Schleimhaut der Nase. Da, wie wir gesehen, auch die Secretion der Thränen und des Ohrenschmalzes von diesem Nerven abhängt, so wird natürlicherweise auf seine Durchschneidung auch die Ausscheidung dieser beiden Secreta sehr vermindert.

Ich selbst habe erst vor Kurzem einen in dieser Beziehung sehr interessanten Fall in meiner Praxis zu beobachten die Gelegenheit gehabt. Eine junge Frau stieß nämlich in der Nacht mit ihrer Stirne heftig an einen Balken, wodurch eine starke Quetschung an der Stirne, in der Gegend des rechten Tuber frontale, entstand und ein Ast des Nervus frontalis getroffen wurde. Im ersten Augenblicke wurde diese Quetschung von der ohnehin nicht sehr empfindlichen Frau nicht besonders beachtet, bis sich am andern Tage, wie sie mir sagte, ein unausstehliches Gefühl von Eingeschlafensein der rechten Gesichtshälfte zeigte, mit verminderter Empfindlichkeit des rechten Auges, wobei im Anfang die Thränensecretion dieses Au-

ges, sowie die Secretion der Schleimhaut des rechten Nasenloches stark vermehrt, am dritten Tage aber schon bedeutend vermindert wurde, so daß am vierten Tage, wo sie erst bei mir ärztliche Hülfe suchte, das betreffende Auge schon etwas, die Schleimhaut des rechten Nasenloches dagegen sehr trocken und aufgelockert war, zugleich war der Geruch darin gänzlich verschwunden, was ohne Affection des Nervus olfactorius aus der Degeneration der betreffenden Schleimhaut erklärlich war; das Gefühl von Eingeschlafensein der rechten Gesichtshälfte dauerte fort, und im Munde war gleichzeitig eine, wenn auch nicht bedeutende, Auflockerung des Zahnfleisches der betreffenden Seite bemerkbar und die Kranke konnte auf dieser Seite ohne schmerzhaftes Gefühl nicht beißen. Um bei dieser auffallend verminderten Thränensecretion eine Trübung der Hornhaut in Folge von Verdunstung zu verhüten, ließ ich vor Allem lauwarme Ueberschläge eines schleimigen Decocts auf das betreffende Auge machen und Einspritzungen mit demselben Decocte in das afficirte Nasenloch, doch dauerte die ganze Sache einige Wochen, bis die letzte Spur der genannten Affectionen verschwunden war. Pupillenveränderung, sowie eine besonders auffallende Veränderung der Farbe der Schleimhaut des kranken Nasenlochs oder der Schleimhaut des Mundes oder der Zunge der betreffenden Seite konnte ich nicht beobachten.

Daß nun der Trigeminus auf die Ernährung mehrerer Theile des Gesichts einen entschiedenen Einfluß hat, ist eine bekannte Thatsache, doch steht als interessantestes Beispiel vasomotorischen Einflusses sein Einfluß auf das Auge da. So beobachtete schon Magendie, daß nach seiner Durchschneidung die Cornea sich zu trüben begann, am zweiten Tage wurde die Conjunctiva roth, die Augenlieder weit geöffnet und unbeweglich, die Gefäße der Iris erweiterten und diese selbst entzündete sich; auf ihrer vordern Fläche bildeten sich Pseudomembranen, welche endlich die ganze vordere Augenkammer ausfüllten; nach 5—6 Tagen wurde die Cornea alabasterweiß und löste sich gegen den 8. Tag in ihrem ganzen Umfange von der Sclerotica los, wobei sie in ihrer Mitte verschwärte; wieder 2—3 Tage später flossen die trüben Augenflüssigkeiten aus, das Auge fiel zusammen und nahm nur noch einen kleinen Theil der Orbita ein. Die Retina war fast ganz verschwunden und das Auge enthielt eine dem geronnenen Käsestoff ähnliche Materie. Das Gesicht war verschwunden und die Thränensecretion hatte aufgehört.

Nach einseitiger Durchschneidung des Nerven wird auch die Schleimhaut der Nase, des Mundes und der Zunge der betreffenden Seite weißlich, das Epithelium verdickt sich und das locker gewordene Zahnfleisch entfernt sich von den Zähnen.

Der Geruchssinn sowie das Gehör ist nach Magendie vollständig vernichtet, ebenso der Geschmack; der letztere ist nämlich nach ihm vom Nervus lingualis abhängig, doch hat hier, ganz abgesehen von dem Nerveneinfluß auf die gestörte Geschmacksempfindung, schon die krankhafte Veränderung der Schleimhaut der Zunge einen ganz entschiedenen Einfluß hierauf, wie ich selbst in vielen pathologischen Fällen dieser Art zu beobachten Gelegenheit hatte.

Auch die Muskeln der betreffenden Gesichtshälfte werden nach ihm atrophirt.

Valentin, welcher die Versuche Magendies an Kaninchen wiederholte, beobachtete ebenfalls Hyperämie der Conjunctiva und deren starke Schleimabsonderung, ebenso bemerkte er eine Trübung der Lamellen der Cornea, aber ohne sichtbares Exsudat in der Cornea; eben so wenig beobachtete er eine Veränderung der Retina, eine Trübung der Linse oder des Glaskörpers, so wenig als eine Durchbohrung oder Ablösung der Hornhaut. Die hieher bezüglichen Veränderungen sind nach Valentin folgende: Die seitlichen Blutgefäße des Bulbus sind 16 Stunden nach der Durchschneidung des Trigeminus so erweitert, daß sie das Auge aus der Orbita herausdrängen, wobei die Pupille sehr verkleinert, die Conjunctiva dagegen unverändert ist, nur hat die Cornea ihren Glanz verloren, und erst 24 Stunden nach der Operation wird die Cornea wie von einem halbdurchsichtigen Schleier bedeckt, trübe und ungleich; nach 38 Stunden erscheint in der Mitte der Cornea ein weißliches Exsudat, aber die milchweiße Farbe des Cornea-Centrums tritt erst nach 62 Stunden auf, während der übrige Theil weniger weiß als das Centrum ist, die Gefäße der Conjunctiva sind stark, die der Iris aber viel stärker ausgedehnt. Die auf der Cornea abgelagerte dünne Exsudatschichte besteht meist aus Exsudatkörperchen von sehr geringem Durchmesser und nur sehr wenigen faserigen Elementen. Erst nach 80 Stunden werden die Augenlieder, in Folge der größern Secretmasse auf der Oberfläche des Bulbus zusammengeklebt, und das Auge ist jetzt mit einer eiterartigen, zähen Materie bedeckt, die Gefäße der Conjunctiva stärker injicirt, die Cornea, mit Aus-

nahme des äußersten obersten Randes, welcher noch etwas durchsichtig ist, weißlich getrübt, die Pupille sehr klein, weil die Gefäße der Iris jetzt sehr stark angelaufen sind. Nach 104 Stunden ist die Iris kaum mehr zu erkennen, wegen der zu starken weißen Trübung der Cornea, die Blutgefäße der Conjunctiva sind noch mehr ausgedehnt, die Eiterbildung ist stark, so daß er beim Auseinanderreißen der verklebten Augenlieder in Menge herausstürzt. Nach 128 Stunden hat die Eitersecretion auf der Oberfläche des Bulbus ganz aufgehört, die Conjunctiva ist sehr roth und die Cornea ganz undurchsichtig, gelblichweiß und hat in ihrer Mitte ein Geschwürchen von 3''' Länge; die vordere Augenkammer ist mit weißem, die Pupille verdeckendem Exsudate angefüllt. Nach 152 Stunden sind zwar die Gefäße noch ausgedehnt, aber die Eitersecretion auf der Oberfläche des Bulbus ist verschwunden, während das nun längere und breitere centrale Hornhautgeschwür mit einer trockenen, gelblichen Kruste bedeckt ist. Nach 176 Stunden ist die Conjunctiva sehr roth, das Auge schielt nach Innen, aber das Geschwür hat nicht mehr zugenommen, ebenso auch nicht nach 200 Stunden.

Nach Longet bleibt die Krystalllinse des Glaskörpers ganz durchsichtig und die Verengerung der Pupille und deren Unbeweglichkeit ist nach ihm nur vorübergehend, während das Sehvermögen nicht aufgehoben, sondern nur geschwächt ist. Auch Meyer fand keine Verengerung der Pupille bei Meerschweinchen, bei Kaninchen verengert sie sich dagegen, wird aber bald wieder weiter, auch bei Fröschen sah sie Schiff verengern, ohne aber wieder zur normalen Größe zurückzukehren.

Auch Budge beobachtete bei Fröschen nach Durchschneidung des Trigeminus merkliche Erweiterung der Pupille, besonders je nachdem man den Nerven vor oder hinter dem Ganglion durchschneidet, (weil der Kopf-Sympathicus sich im Ganglion an den Trigeminus anlegt) die Cornea wird nach ihm sehr trübe, aber das Auge nicht zerstört. Auch bei Kaninchen beobachtete er eine frühere Erweiterung der Pupille, wenn der Nerv hinter dem Ganglion Gasseri durchschnitten war. Nach Budge hängt übrigens die Trübung der Cornea, sowie die Nutritionsstörungen überhaupt mehr von der Blutung als nur allein von den Nerven ab, eine Ansicht, die sich aber, wie wir sehen werden, leicht widerlegen läßt, denn nach Schiff hängen die Erscheinungen am Auge allein von den Nerven ab und

alle diese Veränderungen am Auge sind nach ihm nur die unausbleiblichen Folgen von Blutüberfüllung der Gefäße und dadurch bedingten Exsudationsprocessen. Er sah nämlich ohne Durchschneidung des Trigeminus bei viel größern Blutungen aus den Gesichtsvenen nicht die geringste Trübung der Cornea, und auf der andern Seite ohne irgend eine Spur einer innerlichen Blutung nach der Durchschneidung alle diese Erscheinungen in einem heftigen Grade eintreten, und zwar bei Kaninchen wie bei Fröschen, so daß wir also mit Bestimmtheit annehmen können, daß diese eintretenden Ernährungsstörungen vom Blutverluste ganz unabhängig sind, ganz abgesehen davon, daß sich dieselben aus dem bloßen Blutverluste physiologisch gar nicht erklären ließen, während alle diese Erscheinungen nach Schiffs Ansicht als Folge von Blutüberfüllung der Gefäße der betreffenden Theile sich leicht und ungezwungen erklären lassen.

Daß die Vertrocknung keinen wesentlichen Antheil an den Veränderungen der Cornea habe, hat schon Magendie gezeigt, und auch andere Beobachter konnten nach Exstirpation der Thränendrüse und Abtragung der Augenlieder die bekannten Veränderungen der Cornea nicht beobachten. Nach Schiff kann die Verdunstung die Entstehung der Opacität im mittelsten Hornhaut-Segmente höchstens etwas beschleunigen und die Krustenbildung an dieser Stelle begünstigen; denn nicht nur die äußern, sondern auch die mittlern Theile der Cornea werden undurchsichtig, nicht weil sie vertrocknet sind, sondern weil sich in ihnen mehr Exsudat abgesetzt hat. Uebrigens ist trotz Allem die Verdunstung nicht ohne allen Einfluß auf die Trübung der Cornea, und zwar aus dem Grunde, weil durch Beschränkung der Verdunstung auch die Cornea-Trübung etwas beschränkt wird, da bekanntlich, wie uns Liebig gezeigt, die Verdunstung die Anziehung der Flüssigkeiten steigert.

Bezüglich der Pupillenverengerung nach Durchschneidung des Trigeminus beobachtete Schiff bei Hunden, Katzen und Meerschweinchen keine solche Veränderung, bei Fröschen aber war sie wirklich verengert, obgleich sie einige Zeit nach der Operation sich wieder etwas erweiterte. Mit Budge beobachtete er, daß wenn man den Schnitt zwischen dem Ganglion und dem Gehirn führte, so daß die sympathischen Fäden verschont blieben, die Pupille wieder zu ihrer normalen Größe zurückkehrte und dann auch auf normale Weise wieder gegen das Licht reagirte.

Seine Versuche an Meerschweinchen lieferten Schiff den Beweis, daß die Durchschneidung des Trigeminus das Sehvermögen nicht aufhebe, so lange nicht die Veränderungen in der Cornea eintreten; überhaupt kann der Einfluß der Durchschneidung des Trigeminus auf das Sehvermögen nur ein indirecter sein, indem entweder die durchsichtigen Medien des Auges trübe und mehr oder weniger undurchsichtig, oder indem das Auge mit eitrigem Exsudat bedeckt, oder die nothwendige Beweglichkeit der Augenlieder beschränkt, oder überhaupt die Gestalt des Bulbus so verändert wird, daß das Sehen geradezu zur Unmöglichkeit wird. Bezüglich der Bewegungen des Bulbus konnte übrigens Schiff nach Durchschneidung des Ganglion Gasseri ohne Verletzung des Oculomotorius keine vollkommene Bewegungslosigkeit des Bulbus beobachten, sondern die Bewegungen wurden nur seltener, aber bloß deßwegen, weil sie mehr durch locale Ursachen hervorgerufen werden, aber sie hören nie ganz auf.

Nach Schiff beginnt nach Durchschneidung des Trigeminus die Erweiterung einzelner Gefäße schon nach $1/2$—$2 1/2$ Stunden, und zwar regelmäßig in der obern Hälfte der Conjunctiva scleroticae, später tritt dann an der Seite und der Conjunctiva des untern Augenliedes Röthe ein. Erweitert und eigentlich vergrößert wird das Gefäßbündel der Conjunctiva erst nach 12—16 Stunden, ein Beweis, daß die Gefäßlähmung sich nicht immer augenblicklich, wie z. B. am Ohr oder an den Extremitäten, in ihren Folgen offenbart. In der Regel beobachtet man schon am zweiten Tag Zusammenkleben der Augenlieder und Ausfallen der Augenwimpern aus Mangel an Ernährung, gegen den siebenten Tag Eiterkruste unter dem Centrum der getrübten Cornea. Geschwürsbildung und Ablösung der Cornea beobachtete Schiff selten, doch ist dieses an verschiedenen Thieren, wie überhaupt die Intensität aller Erscheinungen, verschieden; so fand Schiff alle diese Veränderungen bei Hunden viel energischer, als bei Kaninchen und Meerschweinchen. Nach einer Woche ist bei Hunden schon die Cornea perforirt, so daß die Iris vorfällt und die Augenflüssigkeiten austreten.

In der vordern Kammer beobachtete Schiff stets schwimmende Exsudatmassen mit vielen Eiterkörperchen untermengt, und diese durch fibröse Gerinnsel zu Flocken vereinigten Eiterkörperchen sind oft in großer Menge vorhanden, wenn schon die Veränderungen an der Cornea noch wenig vorgeschritten sind.

Ist der Nerv nicht vollständig durchschnitten, so bleiben nach Schiff entweder alle Ernährungsstörungen aus, oder sie zeigen sich nur rudimentär, wenn auch alle Theile gefühllos sind.

Die innern Veränderungen der Cornea bestehen nach Schiff zunächst in der Ablagerung eines feinkörnigen, mit vielen Fettbläschen untermengten Exsudates, welches sich um die Körperchen der Cornea immer mehr ansammelt. Später, gegen den zehnten Tag, sieht man die Intercellular-Substanz mit vielen Körnern angefüllt, was übrigens nur eine Weiterentwicklung der in einem frühern Stadium vorherrschenden Körnermassen, welche die vermehrte Blutfülle hier exsudirte, zu sein scheint. War diese Körnchenexsudation zu massenhaft, so daß sie den weitern Zutritt des Ernährungsmaterials hemmt, dann wird ein Zerfließen derselben eingeleitet und dadurch Ulceration und Perforation des betreffenden Punktes.

Nach wenigen Tagen wird die Cornea sehr verdickt, und zwar um so mehr, je längere Zeit seit der Durchschneidung verflossen, so daß sie nach 3 Wochen beinahe um das Fünffache verdickt ist, und diese Verdickung ist eine rein hypertrophische und also nicht die Folge einer Durchtränkung mit einer ergossenen Flüssigkeit.

Die Entartungen der Linsenkapsel, der Linse, des Glaskörpers und der Retina hält Schiff mehr für die Folge des Ausflusses der Augenflüssigkeiten und des Verfalls der Linse, als für die Folge von Ernährungsstörungen, bemerkt aber dabei, daß wenn auch an den innern Theilen des Auges Ernährungsstörungen im engern Sinn nicht wahrzunehmen sind, so fehle doch die primär und einzig directe Wirkung der Lähmung der Gefäßnerven, nämlich die Erschlaffung der contractilen Gefäße, nicht, da es viele Organe gibt, in welchen eine Gefäßerweiterung lange bestehen kann, ohne daß Ernährungsstörungen eintreten, während bei andern weit schwächere Circulationsstörungen sehr merkliche Abweichungen der Textur hervorrufen.

Bezüglich der Veränderungen in der Nasenschleimhaut konnte Schiff nur eine stärkere Secretion beobachten, doch nicht so stark wie Magendie, eigentliche Ulceration der Membrana Schneideri beobachtete er nie, eben so wenig Blutungen. Von den Veränderungen in der Mundhöhle beobachtete er eine constante Ausdehnung der kleinen Gefäße des Zahnfleisches und des Bodens der Mundhöhle, wodurch das Zahnfleisch locker wird und bei mechanischer stärkerer Berührung leicht blutet.

Veränderungen an der Zunge beobachtete Schiff nach isolirter Trennung des Trigeminus nie.

Auch in der Haut der betreffenden Gesichtshälfte findet man nach dem Tode erweiterte Gefäße nach durchschnittenem Trigeminus.

Was Schiff mit Recht hervorhebt, ist der Umstand, daß nach Durchschneidung des Trigeminus die Gefäßerweiterung wie bei Durchschneidung des Hals-Sympathicus, des Rückenmarks u. dgl. nicht gleich nach der Operation da ist, sondern sich erst allmählich nach längerer oder kürzerer Zeit ausbildet, was man auch bei den Lungen, dem Magen und den Nieren beobachten kann, bei welchen Organen die Gefäßmuskeln ebenfalls erst nach längerer Zeit der Trennung der Nerven vollständig erschlaffen.

Schiff verfehlt nicht, auf den Umstand aufmerksam zu machen, daß die Ansicht, alle nach Nervendurchschneidung auftretenden Ernährungsstörungen als Folge der Lähmung der Ringmuskeln und hierdurch bedingter Erweiterung der Gefäße anzusehen, gerade an den Erscheinungen an der Cornea einen starken Stoß zu erhalten scheint, und zwar aus dem Grunde, weil gerade die Gefäße der Cornea, wo die Ernährungsstörungen zuerst und am deutlichsten hervortreten, durchaus keiner Erweiterung fähig sind. Es sind nämlich enge Canäle mit unbeweglichen Wänden, die sich schon wegen der Starrheit des Gewebes, in dem sie verlaufen, nicht ausdehnen können und die mit den kleinsten Arterien am Rande der Cornea in Verbindung stehen. Diese kleinsten Arterien stehen mit den Venen durch ein gewöhnliches Capillarnetz in Verbindung, welches die festern Theile des Blutes zurückstößt, die nicht in jene Canäle eindringen können. Nun haben aber bekanntlich die feinsten Capillaren keine Muskelwände und können sich also auf Lähmung der Gefäßnerven nicht erweitern. Werden nun durch Nervenlähmung die kleinen Gefäße der Cornea, welche noch Muskelwandungen haben, in ihrer ganzen Ausdehnung erweitert, so wird auch eine proportional größere Blutmenge aus den höhern Gefäßstämmchen eingetrieben, also der Druck in denselben vermehrt. Am Ende der erweiterten Gefäße sind die Capillargefäße, welche, da sie keine muskulöse Wandungen haben, ihr früheres Lumen beibehalten und so dem Blutgehalte der erweiterten Arterien nur einen beschränkten Abfluß gewähren, wodurch ein Strömungshinderniß entsteht, welches den Seitendruck auf die Wände vermehrt und so eine viel größere

Quantität von Flüssigkeit in die engen Seitencanäle, in die Ernährungsgefäße der Cornea, und unter größerm Druck preßt, wodurch nothwendigerweise die Ernährung der Cornea eine Aenderung erleiden und in ihr Exsudation entstehen muß, und zwar ohne Veränderung des Lumens ihrer kleinen Gefäße.

Die von Longet und Spieß aufgestellte Ansicht, daß nämlich die der Ernährung vorstehenden Nervenfasern des Trigeminus aus dem Plexus caroticus des Sympathicus stammen, ist schon durch die Thatsache widerlegt, daß durch Exstirpation des Ganglion cervicale supremum, wodurch die Wurzeln der mit dem Trigeminus anastomosirenden Fäden des Sympathicus zerstört werden, weder Verdunklung noch Ulceration der Cornea hervorgerufen wird, so daß es also feststeht, daß die Ernährungsstörungen nach Durchschneidung des Trigeminus nicht von der Zerstörung der Fäden abhängen, durch welche der Kopf-Sympathicus mit dem Ganglion Gasseri anastomosirt; eine Thatsache, welche durch die Versuche von Schiff über den Einfluß des Ganglion Gasseri auf die Ernährung des Auges noch mehr befestigt wurde.

Wenn nämlich Magendie den Trigeminus in der Nähe seines Ursprungs durchschnitt, so daß das Ganglion Gasseri noch in Verbindung mit den peripherischen Nervenästen blieb, so verging nach ihm immer eine geraume Zeit, 5—6 Tage, ehe er nur irgend eine Störung in der Ernährung des Auges bemerkte, oder die Hyperämie am obern Theile des Augapfels und die Undurchsichtigkeit der Cornea nahmen nur einen kleinen Umfang ein. Dabei wurde aber die Nervenwunde nach dem Tode nicht untersucht und zudem war die Ernährungsstörung an der Cornea in ihrer Ausdehnung beschränkt, was nach Schiff nicht der Fall war, wenn die Durchschneidung noch weiter nach hinten am verlängerten Marke stattfand; in diesem Fall trat die Ernährungsstörung nur etwas später, aber dann in ihrem ganzen Umfange ein.

Den Beobachtungen Magendies gegenüber fand Schiff bei Durchschneidung des Trigeminus ohne Verletzung des Ganglion Gasseri die gewöhnlichen Ernährungsstörungen im Auge so, daß nach seiner Ansicht das Ganglion Gasseri durchaus keinen Einfluß auf die Ernährung des Auges hat.

Waller kam durch seine Untersuchungen zu der Ansicht, daß die Ernährungscentren der sensiblen Spinalnerven in den Ganglienkugeln

der Spinalganglien liegen, was zum Theil auch Schiff bestätigte, und vermuthet, daß sich der Trigeminus bezüglich seines Ganglions eben so verhalte und Verletzung des Ganglions nach einigen Tagen Entartung der peripherischen Nervenfasern zur Folge haben werde, wie dieses bei den sensiblen Spinalnerven nach Zerstörung des Spinalganglions der Fall ist. Wurde das Ganglion Gasseri eingeschnitten, so zeigte nur der Ramus maxillaris inferior Desorganisation seiner Fasern, während der Ophthalmicus und Maxillaris superior ganz unveränderte Primitivfasern zeigten, woraus hervorgeht, daß die Ganglienportionen für die verschiedenen Hauptäste des Quintus abgesondert liegen und daß nicht die Desorganisation der Nervenfasern die Bedingung für den Fortschritt der Ernährungsstörungen ist. Nach Schiffs Versuchen an Hunden entspringen aber die Gefäßnerven des Trigeminus in der Medulla oblongata und nicht im obern Theile des Rückenmarks, denn Schnitte, die man bei Hunden in die eine Hälfte des Markes über dem Calamus scriptorius machte, zeigten alle Ernährungsstörungen in demselben Umfange wie bei der Durchschneidung des Trigeminus selbst, während die unter der Spitze der Schreibfeder angebrachten Schnitte diesen Erfolg nicht hatten.

Abgesehen von den Versuchen von Schiff beweisen noch viele pathologische Fälle, daß die Ernährungsfasern des Quintus nicht vom Ganglion Gasseri ausgehen, indem in solchen Fällen die bekannten Ernährungsstörungen nur eintraten, wo die Entartung nicht das Ganglion, sondern einen dem Gehirn näher liegenden Theil des Rückenmarks betraf, und auf der andern Seite wieder alle Ernährungsstörungen fehlten, wo das Ganglion Gasseri der Sitz des Leidens war. Auch Beck theilt einen Fall mit von einer Geschwulst an der Basis cranii, nach dessen Beobachtung während des Lebens sowie aus dem Ergebniß der Section er schließt, daß die Thränensecretion und die Ernährung der Cornea, sowie anderer Theile des Auges vom Trigeminus abhängen, und zwar so, daß die Bündel des Stammes des Nerven und nicht das Ganglion Gasseri oder der Sympathicus die Gefäßnerven liefern.

Daß sich von einer Wunde eines Astes des Trigeminus irgend eine krankhafte Thätigkeit nach dem Centrum oder wenigstens eine dem Centrum näher liegende Stelle fortzupflanzen im Stande ist, dafür spricht schon der von mir beobachtete und oben näher bezeich-

nete Fall; außerdem wurden schon öfters einige Tage nach der Verletzung eines peripherischen Nerven allgemeinere Lähmungserscheinungen beobachtet und schon Lepelletier fand in mehreren Fällen von Wundstarrkrampf den Nerven eine Strecke weit von der Wunde aus entzündet und an seiner Ausgangsstelle die Rückenmarks-Membran hyperämisch. So sind unter anderm nach Schiff eine Reihe von Erfahrungen bei Menschen bekannt, wo ein heftiger Eingriff in den dritten Ast des Quintus und ganz besonders eine Verletzung der Zahnnerven eine mehr oder weniger ausgesprochene Lähmung der Gefäßnerven des Auges hervorrief, wie Dr. Emmerich einen Fall beobachtete, wo eine Jahre lang dauernde Hyperämie des Auges, welche allen Mitteln trotzte, einzig und allein durch Ausziehung eines cariösen Zahns sehr schnell geheilt wurde, sowie auch Dupuy an Pferden Beobachtungen machte, welche eine innige Beziehung zwischen den Augen- und Kiefernerven beweisen. Auch Schiff hatte die Gelegenheit, an Hunden die Beobachtung zu machen, daß sich manchmal während des Hervorbrechens der Backenzähne Augenentzündungen bildeten, welche sogar Durchbohrung der Cornea zur Folge hatten.

Wir haben also gesehen, welchen höchst wichtigen Einfluß der Nervus trigeminus auf die Verdauung überhaupt und die Ernährung gewisser Theile ausübt; denn abgesehen davon, daß er der Vermittler der Empfindung der vordern und seitlichen Theile des Kopfes, also der ganzen Gesichtsfläche, der Conjunctiva, der Schleimhaut der Augen- und Nasenhöhle, des Mundes, der Zähne und der Zunge ist, sowie des äußern Gehörganges und der vordern Fläche des äußern Ohres, vermittelt er die Tastempfindung der Zunge, der Zähne und der Nasenschleimhaut, sowie auch durch seine motorischen Fasern die Bewegung der sogenannten Kaumuskeln, dann wenigstens theilweise die der Zungen- und Schlundmuskeln, sowie die des Gaumens. Er enthält ferner Fasern, welche die Secretion der Thränendrüse, der Ohrenschmalzdrüsen und der Speicheldrüsen reguliren. Daß von ihm auch die Ernährung verschiedener Theile, wie besonders die des Auges, der Schleimhaut der Nase und zum Theil auch die des Mundes abhängt, haben wir ebenfalls gesehen, wie auch gezeigt, daß nicht die mit ihm verbundenen Fasern des Sympathicus oder das Ganglion Gasseri der Ernährung der genannten Theile vorstehe, sondern daß diese Fasern ihm schon bei seinem Ursprung beigemischt werden und von der Medulla oblon-

gata entspringen. Ernährungsfasern im eigentlichen Sinne möchte ich übrigens auch diese nicht nennen, weil, wie wir wissen, die Ernährung dieser Theile sowie die aller übrigen des ganzen Organismus nur vom Blute abhängt. Da nun aber die richtige Vertheilung dieser Ernährungsflüssigkeit ein Haupterforderniß für die normale Ernährung der einzelnen Theile ist, und diese richtige Vertheilung nur durch Blutgefäße möglich ist, deren muskulöse Wandungen zum Behufe dieser Function mit Nerven versehen werden, welche, einmal gelähmt, sich erweitern und so abnorme Blutanhäufungen mit ihren weitern Folgen nach sich ziehen, wodurch alle normale Ernährung aufhören muß, so hat das Nervensystem, von dieser Seite betrachtet, einen höchst wichtigen Einfluß auf die Ernährung selbst.

Ein weiterer für unsere Aufgabe wichtiger Nerv ist der *Nervus facialis*, welcher ursprünglich mehr motorisch seine sensiblen Fasern hauptsächlich während seines Verlaufes erhält, und zwar vom **Trigeminus** und **Vagus**, von ersterm, indem er im **Ganglion geniculatum** den **Ramus vidianus** aus dem **Ganglion sphenopalatinum** aufnimmt, durch welchen der **Trigeminus** und **Facialis** Fasern austauschen; vom **Vagus**, indem derselbe einen Zweig in den **Canalis Fallopii** schickt. Er ist der Hauptbewegungsnerv des Gesichts und versorgt alle Muskeln des Gesichts, die Ohrmuskeln bis zum **Muscul. occipitalis**, den **Buccinator, Stylohyoideus, Platysmamyoideus**, den hintern Bauch des **Digastricus** und die Muskeln des weichen Gaumens mit motorischen Fasern. Da durch seine Erregung die Speichelsecretion aus der **Parotis** und **Glandula submaxillaris** vermehrt wird, so muß er auch sogenannte Secretionsfasern enthalten. H. Müller und Kölliker reizten die Nerven der Submaxillar-Drüse bei einem Hunde mit sehr schwachen Inductions-Strömen, wobei sie beobachteten, daß bei der ununterbrochenen 5—9 Minuten dauernden Fortsetzung dieser Reizung das aus den eingeführten Canälen abfließende Secret nach und nach beträchtlich abnahm, so daß am Ende der Reizungsperiode nur der vierte Theil bis zur Hälfte von der Anfangs gelieferten Menge ausgeschieden wurde. Diese Abnahme erfolgte in Gestalt einer wellenförmigen Linie mit immer kleiner werdenden Excursionen.

Auch diese Forscher bestätigen die Beobachtung, daß die Secretion vermehrt wird, wenn der erregende Strom verstärkt wird; ebenso erholte sich nach ihren Beobachtungen der Nerv wieder, wenn zwi-

schen den einzelnen Reizungen gehörige Pausen gemacht wurden, erreichte jedoch, wenn die Stromstärke dieselbe blieb, bei nachfolgenden Reizungen die anfängliche Wirkung nicht mehr. Der Nerv wurde 38 Minuten gereizt und dazwischen war eine gleiche Zeit Pausen vertheilt und die Drüse lieferte während dieser Zeit 28,3 Ccm. = 28,41 Grm., was auf die Stunde 44,82 Grm. ausmachen würde, eine Zahl, welche nach Müller und Kölliker mit Ludwigs Resultat übereinstimmen würde, wenn man annehmen könnte, daß derselbe an einem größern Thiere experimentirte, da sonst Ludwig und Becker nach längerer Reizung der Nerven der Submaxillar-Drüse keine Abnahme der Speichelsecretion beobachteten, wie Müller und Kölliker.

Kölliker machte einen Versuch auf Speichelsecretion bei einem mit Curare vergifteten Hunde und beobachtete, daß während der Nerv sich vorher bei mehreren Reizungen als vollkommen wirksam erwiesen hatte, selbst bei wiederholten Reizungen keine Secretion mehr eintrat, nachdem die Lähmung der motorischen Nerven sich deutlich gezeigt hatte.

Bernard, welcher mittelst der galvanischen Pincette den peripherischen Stumpf des unterhalb des Ganglion submaxillare durchschnittenen Ramus lingualis nervi trigemini bei einem Hunde reizte, beobachtete keinen Einfluß auf die Speicheldrüsen, wogegen sogleich Ausfließen von Speichel aus der in den Gang der Submaxillaris eingeführten Canäle erfolgte, wenn der centrale Stumpf jenes Nervens gereizt wurde; aus der Parotis floß aber nichts aus. Wurden die zum Theil vom Ramus lingualis, zum Theil von der Chorda tympani stammenden Fäden, welche in das Ganglion submaxillare eintreten, gereizt, so erfolgte ebenfalls reichliche Secretion aus der Submaxillar-Drüse.

Die reflectorische Wirkung vom Lingualis aus ist nach Bernard nicht auf die Drüse derselben Seite beschränkt, allein sie tritt auf derselben Seite stärker auf als auf der andern.

Nach Bernard, welcher übrigens den Lingualis als einen Geschmacksnerven betrachtet, bringen nach Durchschneidung desselben oder des Trigeminus auf der einen Seite Geschmacksreize auch noch Secretion in der Submaxillaris dieser Seite hervor, während nach Rhans Untersuchungen an Kaninchen der Glossopharyngeus der einzige Nerv ist, unter dessen reflectorischer Wirkung die Parotis secernirt.

Wurde der Lingualis oberhalb des Ganglion submaxillare durchschnitten, so hatte Reizung des peripherischen Stumpfes allein eine reichliche Speichelsecretion zur Folge, wornach also beim Hunde die Chorda tympani für die Submaxillaris ausgeschlossen scheint, welche gerade nach Rhans Versuchen der Secretion in der Parotis ebenfalls vorsteht, sowie nach ihm bei Kaninchen die Glandula submaxillaris ihre Nerven auch in der Bahn des Trigeminus und Facialis erhält. Rhan sah ferner bei Reizung des centralen Stumpfes des Vagus keine Speichelsecretion eintreten, während sie nach Bernard sowohl Reizung des unverletzten Vagus als des centralen Endes der durchschnittenen Secretion in der Submaxillaris und des Magensaftes zur Folge hat. Endlich beobachtete Bernard auch reichliche Secretion in der Submaxillaris bei Reizung gewisser Stellen der Pons Varolii, welche Salivation auch zuweilen entsteht, wenn bei dem sogenannten Diabetes=Stich die Verletzung zu weit vordringt.

Nach Ludwig läßt sich übrigens die Speichelsecretion nicht aus dem einfachen Drucke und den endosmotischen Verhältnissen der Drüsenbläschen genügend erklären und er schließt daher, daß aus der Veränderung des electromotorischen Zustandes der bei der Speichelabsonderung betheiligten Nervenfasern der Secretionsvorgang als eine electrische Diffusions=Erscheinung erklärt werden müsse. Er fand nämlich bei seinen Versuchen, daß der galvanische Strom aus einer dem Blute ähnlich zusammengesetzten Flüssigkeit durch eine poröse Wand nur diejenigen Bestandtheile hindurchführt, die sich im Speichel finden, also Wasser, Chlornatrium, kohlensaures Natron in überwiegender Menge, während die Eiweißkörper zurückbleiben. In einem weitern Versuche ließ Ludwig durch seinen Diffusionsapparat, welcher mehr kohlensaures Natron als Chlornatrium enthielt, einen Strom gehen, der durch Stromwender bald in dieser, bald in jener Richtung geführt wurde, jedoch so, daß er während längerer Zeiträume die der beabsichtigten Fortführung günstige Richtung einhielt. In diesem Falle erschien mehr Kochsalz als kohlensaures Natron, wie im Speichel, obgleich bei constant gerichtetem Strome die beiden Salze nahezu in dem Verhältniß übergehen, wie sie in der ursprünglichen Flüssigkeit enthalten sind.

Abgesehen von seinem Einfluß auf die Speichelsecretion ist dieser Nerv für die Verdauung insofern wichtig, als er die Bewegung

der Lippen, der Backen und der Muskeln des weichen Gaumens ermöglicht und so die Fassung der Speisen mit den Lippen, das Kauen, die Bildung der gekauten Speisen zu einem Bissen, sowie wenigstens theilweise auch das Hinunterschlucken des gekauten Bissens leitet.

Der aus der Medulla oblongata von dem Boden der Fossa rhomboidalis entspringende Nervus glossopharyngeus bildet, wie wir gesehen, im Foramen jugulare ein oberes und unteres Ganglion jugulare, wovon das letztere, Ganglion petrosum, mit dem Vagus, Facialis und dem obersten Halsknoten des Sympathicus in Verbindung steht und zunächst den Nervus tympanicus zur Paukenhöhle schickt, welcher, da man ihm keine andere Function zuschreiben kann, auch ein sogenannter tropischer Nerv für die Theile im Ohr zu sein scheint. Der an der vordern und äußern Seite der Carotis cerebralis herabsteigende Stamm des Glossopharyngeus schickt auch von hier Zweige zum Vagus, Facialis und Sympathicus und theilt sich dann in einen Ramus pharyngeus und einen Ramus lingualis. Der erstere, der Schlundkopfast, tritt in Begleitung der Ramus pharyngeus nervi vagi zum obern Theil des Pharynx, wo er sich mit diesem Nerven und Zweigen des Sympathicus und Accessorius zum Plexus pharyngeus superior vereinigt, aus welchem dann die Musculi constrictor superior und tensor und levator palati mollis, sowie die Schleim- und Muskelhaut des Schlundkopfs mit Nerven versehen werden. Der zweite, der Zungenast, versieht zuerst den Muscul. stylopharyngeus, hyo- und styloglossus, glossopalatinus, die Tonsilla und die Schleimhaut der Epiglottis mit Zweigen und tritt dann in die Radix linguae ein, und zwar mit seinen feinsten Aesten in die Papillae vallatae, die nach Remak, Kölliker und Schiff mikroskopische Ganglien haben, welche besonders an den Theilungswinkeln sitzen, von wo aus dann nach Funke die zahlreichen, in die zusammengesetzte Pupille eintretenden Aestchen dieses Nerven in derselben einen dicken Plexus bilden, aus welchem die Fasern büschelweise zu den einfachen, unter dem Epithelium liegenden Schleimhaut-Papillen aufsteigen und dort wahrscheinlich frei endigen.

Dieser Nerv ist schon bei seinem Ursprung ein gemischter Nerv, abgesehen davon, daß er auch während seines Verlaufs motorische Fasern vom Facialis und Accessorius erhält; den Beweis für seine ursprünglichen motorischen Fasern liefern die Versuche von

Heine, Volkmann und Andern, in welchen Reizung dieses Nervens innerhalb der Schädelhöhle, also vor der Vermengung mit Fasern anderer Nerven, Contraction in den **Muscul. constrict. Pharyngis, Glossopalatinus** und **Stylopharyngeus** hervorrief.

Bezüglich der Vermittlung des Geschmackssinns beweisen die weiter oben bei der nähern Bezeichnung dieses Sinnes angeführten Versuche von Pianizza und Valentin so ziemlich hinreichend, daß diese Empfindung nur durch den **Glossopharyngeus**, der Tastsinn der Zunge dagegen durch den Lingualast des **Trigeminus** zu Stande kommt.

Für die Verdauung ist also der **Glossopharyngeus** in doppelter Beziehung ein wichtiger Nerv, indem er nicht nur den Geschmackssinn vermittelt, sondern auch durch seine motorischen Fasern in den Schlundmuskeln beim Act des Schlingens wesentlich mitwirkt, weßwegen Hilles behauptet, daß er die Function habe, die verschiedenen Theile, welche beim Schlingen mitwirken, wie die Zunge, den Kehlkopf, **Pharynx** u. dgl. zu einer gemeinschaftlichen Wirkung zu vereinigen und zugleich der Schleimhaut und den Drüsen die Sympathie zu ertheilen, welche zu diesem Acte erforderlich ist.

Ein weiterer wichtiger Nerv, welcher neben dem Act des Sprechens auch das Kauen, die Bissenbildung und das Schlingen wesentlich unterstützt, ist der *Nervus hypoglossus*, welcher auf dem Boden der **Fossa rhomboidalis** aus einer dort befindlichen Anhäufung von Ganglienkugeln entspringt und dessen Wurzeln sich nach Kölliker von beiden Seiten her vollkommen kreuzen; er besitzt, da nach Longet bei mechanischer Verletzung seiner Wurzelfasern durchaus kein Zeichen eines Schmerzes eintritt, wohl aber bei seiner Durchschneidung oberhalb des großen Horns des Zungenbeins, bei seinem Ursprung wahrscheinlich nur motorische Fasern und erhält seine sensiblen erst während seines Verlaufs beigemischt; wie wir gesehen, tritt er in Begleitung der **Arteria ranina** in den Zungenmuskel und schickt noch Aeste zum **Musculus geniohyoideus, hyothyreoideus, hyoglossus, styloglossus** und **genioglossus**; er ist somit der Bewegungsnerv der Zunge und gewisser Muskeln des Kehlkopfs und des Zungenbeins. Was seinen **Ramus descendens**, dessen Zweige zum **Muscul. sternocleidomastoideus, omo-** und **sternohyoideus** gehen, betrifft, so stammt dieser, den neuesten Untersuchungen zufolge, wie wir oben gesehen haben, gar nicht vom **Hypoglossus**, sondern

wird bald von einem Zweig des ersten Cervicalnerven allein, bald von diesem und einem aus dem zweiten Cervicalnerven herrührenden Fädchen gebildet.

Unter allen Gehirnnerven ist bezüglich seines Einflusses auf Verdauung, Anbildung und Rückbildung der *Nervus vagus* mit seinem *Accessorius* der bei Weitem wichtigste, da er, wie wir sehen werden, auf die Herz- resp. Blutbewegung, sowie auf die Function der Lunge, also auf die Aufnahme von Sauerstoff, den entschiedensten Einfluß hat. Diese beiden Nerven verbinden sich übrigens nach ihrem Austritte aus dem Gehirn so innig, daß es wirklich schwer ist, die physiologischen Wirkungen des vereinten Stammes streng zu sondern. Bezüglich des Ursprungs des Vagus ist hier nur noch zu bemerken, daß seine Wurzeln in den, am Boden der Fossa rhomboidalis in den Alis cinereis liegenden kleinen Ganglienzellen ihr centrales Ende zu haben scheinen, während, wie wir weiter oben gesehen, nach Lenhossek der Ursprung des Accessorius schon in der Lendenanschwellung nachweisbar ist. Der mit dem Accessorius vereinigte Vagus tritt bekanntlich zum Foramen jugulare, wo er ein Ganglion bildet, heraus, schwillt dann zum Plexus ganglioformis an, läuft am Halse zwischen der Carotis und Vena jugularis interna herab und gelangt durch das Cavum mediastini portici mit dem Oesophagus zum Magen. Das im Eingang des Foramen jugulare nervi vagi liegende Ganglion jugulare wird nur vom Vagus gebildet und verhält sich zum Accessorius so, wie das Ganglion Gasseri zur kleinen Portion des Trigeminus, oder wie das Ganglion spinale zur vordern Wurzel eines Spinalnerven, wofür schon die Versuche von Bischof und Longet sprechen, nach welchen nach Durchschneidung der Wurzeln des Accessorius bei unversehrtem Vagus vollkommene Lähmung der Muskeln des Kehlkopfs eintrat, und bei Reizung dieser Wurzeln zeigten sich Zuckungen im Schlund, Kehlkopf und dem obern Theile der Speiseröhre, während in allen diesen Theilen keine Spur von Bewegung auftrat, wenn die Wurzeln des Vagus gereizt wurden. Abgesehen hievon spricht schon der Ursprung der Wurzeln des Vagus aus kleinen, auf dem Boden der Rautengrube liegenden Zellen, sowie der des Accessorius aus großen, multipolaren Zellen für die Function dieser beiden Nerven, da ja nach Jacubowitsch alle motorischen Fasern aus großen, alle sensiblen aus kleinen Ganglienzellen entspringen.

Das Ganglion jugulare gibt bekanntlich den Ramus auricularis nervi vagi zur hintern Fläche des Ohrs und zum Gehörgang ab, während aus dem Plexus ganglioformis ein Ramus pharyngeus, ein Ramus laryngeus superior und Nervi cardiaci entspringen. Der erste bildet mit dem Ramus pharyngeus vom Nervus glossopharyngeus am obern Theil des Pharynx den Plexus pharyngeus sup., von welchem die Schleimhaut des Schlundkopfs und die Musculi constrictores pharyngis ihre Nerven erhalten. Der zweite, der Nervus laryngeus sup., bildet am untern Theil des Pharynx mit dem Ramus externus den Plexus pharyngeus inferior, welcher seine Zweige zur Schilddrüse und zu den Mm. constrictor pharyngis infimus, sterno- und hyothyreoideus und zum cricothyreoideus schickt, während sein Ramus internus durch das Ligamentum thyreohyoideum in's Innere des Kehlkopfs tritt und sich mit seinen Zweigen zum Kehldeckel, zur Schleimhaut der Stimmritze und zu den Mm. thyreo- und aryoepiglotticus, arytaenoideis, crico- und thyreoarytaenoideis begibt. Von den Nervis cardiacis endlich gehen kurz vor dem Eintritt des Vagus in die Brusthöhle auf der rechten Seite 3—4, auf der linken Seite 1—2 ab, die sich in den Plexus cardiacus verlieren.

Von dem Brusttheil des Vagus entspringen bekanntlich der Nervus laryngeus inf. oder recurrens, die Nervi tracheales inferiores, der Plexus pulmonalis post. und die Nervi oesophagei inferiores. Der Nervus recurrens gibt, wie wir gesehen, zuerst Verbindungsäste zum Plexus pulmonalis anterior, Plexus cardiacus und Ganglion cervicale infimum und medium ab, dann die obern Trachealnerven für den Halstheil der Luftröhre, sowie für den obern Theil der Speiseröhre die Nervi oesophagei sup. Das obere Ende des Stamms, der Nervus laryngeus inf., gibt zuerst dem Muscul. constrictor pharyngis inf. und zum Plexus pharyngis inf. Zweige und tritt dann an die hintere Wand des Kehlkopfs, wo er sich mit einem innern und äußern Ast in der Schleimhaut und den Muskeln des Kehlkopfs verzweigt.

Von den Nervis tracheal. infer. gehen einige am hintern Theile der Luftröhre zu der Muskel- und Schleimhaut der Luft- und Speiseröhre, während andere vor der Trachea herabsteigen, und in Verbindung mit den Nervis tracheal. sup. und Zweigen

des Plexus cardiacus den Plexus pulmonalis anterior bilden, dessen Nerven die Vasa pulmonalia umstricken und mit diesen in die Substanz der Lungen treten.

An der hintern Fläche des Bronchus bildet der Vagus mit Fäden aus dem Plexus cardiacus, den untersten Hals- und 1.—4. Brustganglien den Plexus pulmonalis post., dessen zahlreiche Zweige an den Bronchien in die Substanz der Lungen gehen und in der Schleimhaut der feinsten Luftröhrenästchen enden.

Die letzten Aeste des Brusttheils des Vagus sind die untern Speiseröhrenerven, die aus dem wiedervereinigten Stamme des Vagus entspringen, die Speiseröhre umstricken und mit Aesten des Plexus pulmonalis und der Ganglia thoracica den Plexus oesophageus anterior und posterior bilden, deren Zweige sich in den Häuten des Schlundes, in dem Plexus cardiacus und der Aorta verästeln, während aus dem vordern Speiseröhregeflecht einige Aeste zur vordern Magenfläche und zur Curvatura minor und aus dem hintern Geflecht einige zur hintern Fläche des Magens gehen, worauf dann beide Stämme des Vagus ihre Richtung durch das Foramen oesophageum zum Magen nehmen und sich, wie wir oben gesehen, auf der hintern und vordern Fläche des Magens verästeln und theilweise auch in der Leber.

Der Vagus versieht also mit seinen sensiblen Fasern die Respirationsorgane, den Schlund, die Speiseröhre und den Magen, und in Verbindung mit dem Accessorius die Muskeln des Kehlkopfs, der Trachea und der Bronchien, dann die des weichen Gaumens, des Rachens, der Speiseröhre und des Magens mit motorischen Fasern und schickt außerdem 5—6 Nervi cardiaci zum Herzen; wird er nun schon dadurch für die Verdauung ein wichtiger Nerv, daß er die Muskeln des Schlundes, der Speiseröhre und des Magens mit Zweigen versieht, so wird er dieses in einem noch viel höhern Grade durch seinen Einfluß auf die Bewegung des Herzens und die Respiration, da ohne richtige Aufnahme von Sauerstoff in das Blut und ohne gehörige Vertheilung des Blutes durch das Herz weder Verdauung noch Ernährung vor sich gehen kann.

Untersuchen wir also zunächst den Einfluß dieses Nerven auf die Herzbewegungen.

Um eine, auch nur einigermaßen klare Einsicht in den Rhythmus der Herzbewegung zu erlangen, müssen wir uns zunächst an die

anatomischen Verhältnisse halten, über welche uns namentlich Remak, Volkmann und Bidder nähere Aufschlüsse geben, und nach welchen der Herzmuskel eigene, von den übrigen Nervencentris theilweise unabhängige Nervencentra in sich selbst besitzt, von welchen aus die Erregung zur Contraction geht und durch Nervenfasern zu allen Muskelbündeln geleitet wird. Diese Centralapparate sind die in bestimmten Stellen im Herzmuskel liegenden Ganglienzellenhaufen, in welche die Rami cardiaci des Vagus endigen. So bilden nach Bidders Untersuchungen an Froschherzen die Rami cardiaci des Vagus gleich nach ihrem Eintritte in die Scheidewand der Vorhöfe mit ihren Fasern ein Geflecht, welches viele Ganglienzellen enthält, und erst aus diesem gangliösen Geflecht treten dann die beiden Scheidewandnerven, ein vorderer und ein hinterer, von denen jeder wieder ein Ganglion bildet, ehe er in den Ventrikel eintritt, und dann, in den Ventrikel eingetreten, seinen Verlauf wieder in einen Ganglienzellenhaufen nimmt, von wo aus wahrscheinlich die feinsten Fasern durch Ausläufer dieser Ganglienzellen in die einzelnen Muskelbündel treten. Wie die Ganglienzellen des Gehirns und Rückenmarks, so sind auch ohne Zweifel die des Herzens durch sogenannte Commissurenfasern mit einander verbunden. Diese Ganglienzellen bilden also hier einen Centralherd, aus welchen nicht nur die eigentlichen motorischen Fasern des Herzens entspringen, sondern in welche auch die Rami cardiaci des Vagus eintreten, um auf der entgegengesetzten Seite wieder auszutreten, wie auch, ähnlich wie im Rückenmark, diese Zellen noch durch andere Fasern verbunden werden, welche die Reflexbewegungen vermitteln.

Das Herz besitzt also in diesen Haufen von Ganglienzellen einen Centralapparat, welcher der Herzbewegung, den übrigen Nervencentris gegenüber, eine gewisse Unabhängigkeit vindicirt, und woraus auch die längst bekannte Thatsache, daß ausgeschnittene Froschherzen oft noch stundenlang, und zwar schneller als vorher, schlagen, zu erklären ist, welche zugleich beweist, daß der Vagus nicht der motorische Nerv des Herzens ist, sondern daß die eigentlichen motorischen Nerven des Herzmuskels wenigstens zunächst aus den, den Centralapparat bildenden Ganglienzellen entspringen und so überhaupt die Innervation des Herzens eine ganz andere ist, als die der übrigen Muskeln, weil jeder andere Muskel durch Trennung seiner Nerven vom Gehirn oder Rückenmark gleich gelähmt wird.

Volkmann, Stannius und Bidder sind also durch ihre Untersuchungen und Versuche an Froschherzen zu dem Resultate gelangt, daß die im Herzmuskel liegenden Ganglienzellen gleichsam zwei Nervencentra bilden, von welchen das eine in dem Vorhofe, das andere in dem Ventrikel liegt, aber in der Nähe des Vorhofs, und daß das erstere die rhythmischen Bewegungen des Herzens, das andere bloß Reflexbewegungen vermittelt, welche auf Reizung der Herzsubstanz selbst hervorgerufen werden. Die hieher bezüglichen Versuche sind kurz folgende: Wenn man in einem Froschherzen den Vorhof mittelst eines Schnittes so von dem Ventrikel trennt, daß die obengenannten Ganglienhaufen ganz am Vorhof bleiben, so daß der Ventrikel nur sein eigenes Gangliencentrum behält, so schlägt der getrennte Vorhof rhythmisch fort, während die Kammer ganz ruhig bleibt, und sich nur auf äußere Reize, also reflectorisch, zusammenzieht. Wird dagegen der Schnitt so geführt, daß auch das, dem Ventrikel angehörige, aber ganz in der Nähe des Vorhofs liegende Gangliencentrum mitgenommen wird, so ist kein Reiz mehr im Stande, eine Contraction des Ventrikels hervorzurufen. Nach einem Schnitte endlich, welcher so geführt wird, daß an dem Ventrikel noch ein Theil des Vorhofsganglion hängen bleibt, dauern in jedem getrennten Theile, im Vorhof, wie im Ventrikel, die rhythmischen Contractionen für sich fort, ein Beweis, daß das Vorhofgangliencentrum die rhythmische Bewegung, das Ventrikelgangliencentrum dagegen bloß die Reflexbewegung auf äußere Reize zu Stande bringt.

Schon Eduard Weber fand bei seinen Untersuchungen über den Einfluß des Vagus auf die Herzbewegung, daß der durch das verlängerte Mark gehende ununterbrochene electrische Strom sehr bald Aufhören der Pulsation des Herzens zur Folge hat, und zwar so lange, bis die mit der Dauer der Reizung sich steigernde Ermüdung und endliche Erschöpfung der Nerven die Wirkung der Reizung gleichsam annullirt, worauf dann das Herz allmählich wieder zu schlagen beginnt, bis endlich die normale Herzpulsation wieder eintritt. Ganz dieselbe Wirkung bringen auch andere, nicht electrische Reize der Vagi zu Stande.

Daß die Medulla oblongata nur durch die Vagi auf die Herzbewegungen einwirkt, beweisen die Versuche von Stannius, nach welchen ein, nach Durchschneidung der Vagi auf das verlängerte

Mark angebrachter Reiz nicht mehr im Stande ist, die Pulsation des Herzens aufzuheben; die Medulla oblongata wirkt also durch die Vagi lähmend auf den Herzmuskel und allen denjenigen Nerven, welche die Contraction des Herzmuskels hervorrufen, entgegen, wodurch es allein möglich ist, den Rhythmus dieser Contractionen festzustellen; indem nämlich die Nervi cardiaci des Vagus sich in die Ganglienzellen des Vorhofs inseriren, aus welchen gleichzeitig auch, wenigstens zunächst, die motorischen Herznerven entspringen, sind sie im Stande, auf die Bewegungsganglien des Herzmuskels lähmend einzuwirken und so die Fortleitung der in diesen Ganglienzellen entstandenen motorischen Erregung momentan aufzuheben; daraus entsteht also der rhythmische Verlauf der Herzbewegung.

Der Versuch von Heidenhain, welcher einen stark constanten Strom durch die Bahn des Vagus leitete, während dessen polarisirender Wirkung die Zahl der Pulsschläge wuchs, aber wieder abnahm, sobald der Nerv in seinen natürlichen Zustand zurückgekehrt war, liefert den Beweis, daß im lebenden Organismus aus der Medulla oblongata fortwährend Innervationswellen durch die Hemmungsfasern des Vagus nach dem Herzen hinabgehen.

Der von Ludwig und Hoffa gemachten Beobachtung gegenüber fand Pflüger, daß die hemmende Wirkung der Vagi nicht unmittelbar mit dem Tetanisiren derselben eintrete, sondern es zogen, wenn die Erregung zugleich mit der Systole der Vorkammern begann, sich erst noch die Ventrikel zusammen, worauf das Herz manchmal stille stand, manchmal aber erst, nachdem noch eine Systole der Atrien und der Ventrikel abgelaufen war.

Nach Ludwig und Hoffa vernichtet aber der Vagus die bewegenden Kräfte des Herzens nicht, sondern verhindert dieselben nur, den Muskeln Bewegungsimpulse zuzusenden, so daß während der Thätigkeit der Vagi die Reizbarkeit des Herzens sich ansammeln kann, um sich nachher durch eine kräftigere Zuckung zu entladen.

Wenn die Vagi 10—15 Minuten lang tetanisirt werden, dann bleibt nach Pflüger, Ludwig und Hoffa eine mehrere Minuten dauernde Nachwirkung.

Der Vagus ist also nicht, wie man früher glaubte, der motorische Nerv des Herzens, und der Grund des Stillstandes des Herzens also nicht Ueberreizung des Vagus, sonst müßte, wie Funke

ganz richtig bemerkt, die Reizung des Vagus zunächst eine Contraction des Herzens hervorrufen, und das Herz dann erst allmählich, in Folge des Ueberreizes, still stehen; dieses ist aber durchaus nicht der Fall, sondern das Herz steht gleich nach dem Beginn der Reizung still, nachdem vorher dessen Schläge verzögert (also nicht vermehrt) wurden.

Volkmann eröffnete die Unterleibshöhle einer Schildkröte und legte am Halse beide Vagi bloß; während der ganzen, 94 Minuten dauernden Versuchszeit, schlug das Herz 22mal in der Minute; legte man einen Pol des Inductionsapparates an die Spitze des Herzens und den andern an den Halstheil des rechten Vagus, so stand das Herz in Diastole still, wurde die Kette nach zehn Minuten unterbrochen, so zeigten sich in den folgenden Minuten 17 Pulsationen. Aus dieser plötzlichen Rückkehr der Herzbewegung schließt Heidenhain, daß die Ruhe nicht von der Lähmung des Vagus herrührt, da hier der ganze peripherische Theil des Vagus von dem electrischen Strome durchflossen wurde. Auch nach Heidenhain sind die Ganglien die automatischen nervösen Centralwerkzeuge des Herzens, und der sympathische Nerv ist der wahre Bewegungsnerv desselben, während der Vagus und durch ihn die Medulla oblongata die Pulsationen einschränkt und regulirt.

Die Resultate, welche Pflüger bei seinen Versuchen über den Einfluß des Vagus auf die Bewegung des Herzens erhielt, sind folgende:

1) Die Erregung der Nervi vagi erzeugt fast augenblicklichen Stillstand der rhythmischen Contractionen des Herzens.

2) Die Erregung des Vagus auf nur einer Seite reicht bei gut angestelltem Experimente aus, das Herz in seiner Bewegung zu hemmen.

3) Die Zeit, welche zwischen dem Beginne der Erregung der Nervi vagi und dem Eintritte der hemmenden Wirkung auf die Herzbewegung verfließt, ist sehr kurz, doch läßt sich dieselbe gewöhnlich ohne feinere Hülfsmittel wahrnehmen.

4) Dieser, durch Reizung der Nervi vagi erzeugte Stillstand des Herzens findet nicht in Systole, sondern in Diastole der gesammten Musculatur des Herzens statt.

5) Mit aufhörendem Tetanus der Nervi vagi, wenn seine Dauer eine bestimmte Grenze nicht überschreitet, beginnt das Herz seine Contractionen nicht unmittelbar wieder, sondern es ist eine

Nachwirkung vorhanden, welche um so länger anhält, je intensiver und je länger die Reizung eingewirkt hat.

Dieses wären nun die Resultate der verschiedenen Untersuchungen über den Einfluß des Vagus auf die Bewegung des Herzens; sie haben uns, wie wir gesehen, wichtige und entschiedene Thatsachen geliefert und die frühere, ganz falsche Ansicht hierüber gänzlich über den Haufen geworfen. So wichtig nun der Einfluß des Vagus auf die Herzbewegung, als deren Regulator er gleichsam anzusehen ist, nach dem eben Gesagten erscheint, so spielt dieser Nerv bei der Respiration noch eine verhältnißmäßig wichtigere Rolle, was aus allen hierüber angestellten Versuchen hervorgeht, obwohl die Resultate einzelner Versuche sich zum Theil einander widersprechen.

Die constanteste Beobachtung nach Durchschneidung der beiden Vagi am Halse ist die Abnahme der Athemzüge und gleichzeitige Vermehrung der Zahl der Herzschläge.

Eine stark electrische Reizung des centralen Endes der durchschnittenen Vagi hebt sowohl die Athemzüge, als die Pulsation des Herzens auf, während eine Reizung der peripherischen Enden der durchschnittenen Vagi auf die Respiration keinen Einfluß hat. Nach Snellers und Donders sistirt die Reizung eines Vagus oder seines centralen Endes die Athembewegung, selbst wenn der andere Vagus durchschnitten ist. Diese Hemmung erfolgt beim Einathmen durch active Muskelwirkung und ihre Dauer hängt von der Stärke der Reizung ab; nach Aufhören der Reizung werden die Athemzüge häufiger. Auch nach den Versuchen dieser Forscher bewirkt Durchschneidung eines Vagus Verlangsamung des Athmens, welche nach Trennung beider noch zunimmt.

Aus dem Umstande, daß Reizung des centralen Endes Inspirationsbewegungen bedingt, schließt Sneller, daß der Vagus reflectorisch auf die Athembewegungen wirke in der Medulla oblongata.

Einigen Beobachtern zufolge hebt eine starke Reizung der centralen Enden der durchschnittenen Vagi sowohl die Athemzüge, als die Herzpulsation auf, während die Reizung der peripherischen Enden der durchschnittenen Vagi auf die Respiration keinen Einfluß ausübt, aber nach Snellers und Donders ein Stillstehen des Herzens in der Diastole veranlaßten. Ueber den Einfluß einer schwächern Reizung der centralen Enden der durchschnittenen Vagi herrscht gegenwärtig noch ein Streit, indem einige Beobachter eine Ver-

mehrung, andere eine Verminderung der Athemzüge beobachtet haben wollen.

Die eigentliche Beziehung des **Vagus** zur Respiration suchen wir am besten in den anatomischen Verhältnissen dieses Nervens und den Nerven der Respirationsmuskeln, und Flourens hat in dieser Beziehung auf ein in der **Medulla oblongata** liegendes Centralorgan der Athembewegungen aufmerksam gemacht, welches an der Spitze des **Calamus scriptorius** liegt und nur in einer kleinen Portion grauer Substanz besteht, welche, einmal verletzt, sogleich den Tod herbeiführt, und zwar durch plötzliche Aufhebung aller Athembewegungen.

Von diesem aus Ganglienzellen bestehenden Centralorgan der Athembewegungen erfolgt nun die Erregung der motorischen Nerven der Respirationsmuskeln, deren rhythmische Bewegung nach Funke wohl darin ihren Grund hat, daß beim gewöhnlichen Athmen nur die Inspirationsmuskeln zu activen Contractionen angeregt werden, während die Exspiration mehr passiv durch die Elasticität der ausgedehnten Lunge, das Aufwärtstreten der durch die Inspiration gepreßten Unterleibseingeweide und dgl. erfolgt, so daß also das gewöhnliche Athmen nicht in einer abwechselnden Thätigkeit der In- und Exspirationsmuskeln besteht, und nur beim Nießen und Husten werden die Nerven der Exspirationsmuskeln von jenem Centralorgane aus erregt, weil hier die Exspirationen rein reflectorisch, und daher schnell und kräftig aufeinander folgen, so daß die übrigen hier einwirkenden eben genannten Verhältnisse nicht im Stande sind, die gehörige Kraft zu einer so schnellen und kräftigen Respiration hervorzurufen, was wohl beim gewöhnlichen Athmen geschehen kann.

Bezüglich der Rhythmik der Athembewegungen untersuchte Liebmann bei einem kräftigen Hunde den Einfluß der Vagus-Durchschneidung auf die Rhythmik der Athembewegungen. Die Dauer der einzelnen Athemzüge differirte weniger als im normalen Zustande und um so weniger, je näher dem Tode. Nach der Exspiration trat fast immer eine sehr lange Pause ein, deren Dauer auf Kosten der Exspiration bis zum Tode zunahm. Die bei Kaninchen und bei Hunden angestellten Versuche, bei denen zum Theil das Kymographion, zum Theil das Sphygmographion verwendet wurde, lieferten folgende Resultate. Wird bei normalem Athmen die Zeit des kürzesten Athemzuges = 100 gesetzt, so dauert der längste beim

Hunde im Mittel 178, beim Kaninchen 217, beim Menschen 209. Wird die kürzeste Inspiration = 100 gesetzt, so ist die längste beim Hunde 217, beim Kaninchen und beim Menschen 219. Die Schnelligkeit des Athmens, nämlich das Verhältniß der Zeit der Inspiration zu der der Exspiration, liegt beim Menschen, die mittlere Inspirationsdauer = 100 gesetzt, zwischen 140 und 240, beim Hunde ist es 148—133 im Mittel, beim Kaninchen 126. Je frequenter die Respiration, desto mehr nimmt beim Kaninchen und beim Menschen die Inspirationszeit auf Kosten der Exspiration zu. Wie beim Menschen sind die länger dauernden Inspirationen auch die tiefern. Nach Chloroform-Inhalationen differiren die Zeitlängen der einzelnen Athemzüge weniger als im Normalzustande und die Dauer der Inspiration nimmt zu auf Kosten der Exspiration. Die Tiefe der Athemzüge nimmt ab, wenn die Frequenz nicht bedeutend geändert wird. Bei temporär veranstalteter Athemnoth nimmt die Dauer der Inspiration zu auf Kosten der Exspiration; die Inspirationen sind sehr tief und variiren in der Dauer mehr, als im normalen Zustande.

Helmolt untersuchte die reflectorische Wirkung des Vagus auf die Respirationsbewegungen und zwar sowohl mit Rücksicht auf den Rhythmus als auch mit Rücksicht auf die Druckverhältnisse im Thorax. In der einen Versuchsreihe wurde die Luftröhre der ätherisirten Kaninchen mit dem Manometer des Kymographions in Verbindung gesetzt und dann die centralen Stümpfe der am Halse durchschnittenen Vagi mit Inductionsströmen gereizt. Eine stärkere Reizung sistirte die Athembewegungen, doch kamen während der Dauer der Reizung hie und da unregelmäßige Respirationsbewegungen von geringer Intensität vor. Nach Aufhören der Reizung konnte man in der Regel beschleunigte Respiration beobachten. Bei schwächerm Reize werden die Bewegungen langsamer.

In der zweiten Versuchsreihe wurden die Druckverhältnisse an den Veränderungen des Blutdrucks in der Cruralis während der Vagusreizung bei Hunden studirt und zwar nach Durchschneidung beider Vagi bei ätherisirten Thieren. Aus vielen gezeichneten Curven erhielt man das Resultat, daß bei einer sehr schwachen Reizung eine Beschleunigung der Athembewegungen stattfand, und zwar so, daß weder ein besonders tiefes, noch ein krankhaftes Athmen wahrgenommen wurde, sondern höchstens der mittlere Blutdruck etwas sank. Bei stärkerer Reizung war der Erfolg nach der Stärke ver-

schieden. Bei der Anwendung von Reizungen mittlerer Stärke innerhalb ziemlich weiter Grenzen zeigte sich ein auffallendes Sinken des mittlern Blutdrucks, und dieses Sinken dauerte auch noch eine gewisse Zeit nach der Reizung, so daß also eine ungewöhnliche Zusammenziehung der Inspirationsmuskeln stattfand. Diese war aber keine fortgesetzte, sondern es traten entweder besonders starke und schnell auf einander folgende Exspirationen ein, oder auch regelmäßig wechselnde In- und Exspirationen, jedoch stets bei absolut niedererm Druck als im Normalzustand. Erst bei sehr starker Reizung trat, entsprechend einer besonders starken Contraction der Exspirationsmuskeln, eine auffallende Erhöhung des mittlern Blutdruckes ein, aber auch dieser Zustand wechselte mit verschiedenen Inspirationen bald schneller, bald langsamer, doch waren diese Abwechslungen manchmal so klein, daß sie beinahe einem vollständigen Stillstande glichen. Aus den beiden extremen Folgen je nach dem Grade der Reizung geht hervor, daß es eine gewisse Größe stärkerer Reizung gibt, bei welcher weder Steigen noch Sinken des mittlern Blutdruckes stattfindet.

Bei Kaninchen, wo die Canäle in die Aorta abdominalis eingeführt wurden, wurde bei einigermaßen stärkerer Reizung auch eine tiefe und langsame Inspiration beobachtet und die Inspirationsmuskeln sanken dann wieder in den erschlafften Zustand zurück, wenn auch die Reizung andauerte; bei sehr starker Reizung wurde oft Stillstand der Exspiration beobachtet.

Als Resultate seiner Untersuchungen stellte Helmolt folgende Schlußsätze auf:

1) Der Nervus vagus steht in ganz besonderer reflectorischer Beziehung zu den Nerven der Athemmuskeln.

2) Von einem Nervus vagus kann auf die Rami cardiaci des andern nicht reflectorisch gewirkt werden.

3) Die vom Vagus in die Sphäre des Athmens einleitbaren reflectorischen Bewegungen tragen den Charakter aller reflectorischen Bewegungen an sich, d. h. da sie in ihrer Erscheinungsweise in hohem Grade von wesentlich verschiedenen Umständen abhängen, so ändern sie sich merkbar nach der Variation dieser ab.

4) Je nach den verschiedenen Graden des Reizes lassen sich sehr verschiedene Aenderungen in den Athembewegungen erzeugen, von welchen zwar gewisse allgemeine Züge constant sind, die aber im

Einzelnen und bei verschiedenen Thieren viel Abweichendes bieten können, welches letztere aber zum großen Theil von den Aenderungen der Thätigkeit des Centralorganes abhängt, durch die während des Experiments selbst eingeführten Aenderungen in der Blutmischung zufolge der Athembewegungen oder auch durch andere Verhältnisse.

Was nun die weitere Betheiligung des Vagus bei diesen Athembewegungen betrifft, so können wir, den oben angeführten anatomischen Verhältnissen zufolge, mit Bestimmtheit annehmen, daß die Ganglienzellen, aus welchen seine Ursprungsfasern hervorgehen, und die Ganglienzellen des Centralorganes der Athembewegungen, welches an der Spitze des **Calamus scriptorius** liegt, durch Commissurenfasern mit einander in Verbindung stehen, wie dieses wohl auch noch mit andern Theilen des Nervensystems der Fall sein muß, da, wie wir wissen, eine beschleunigte Athembewegung durch Reizung verschiedener Organe hervorgerufen wird; diese beschleunigte Athembewegung erfolgt aber hier rein reflectorisch durch Uebertragung eines Reizes einer sensiblen Faser auf die motorischen Respirationsnerven in dem Centralherde der Athembewegung.

Mit der Durchschneidung der Vagi wird die Respiration nur langsamer, sie hört aber nicht ganz auf; da ferner nach Eckhard eine mäßige Reizung der Vagi die Athembewegungen beschleunigt, so müssen wir annehmen, daß die Vaguserregung in seinem peripherischen Ende centripetal zu den Centralganglienzellen der Athembewegungen geleitet wird und dort die motorische Erregung unterstützt; aus diesem Grunde müssen auch, wenn diese Unterstützung durch Durchschneiden der Vagi wegfällt, die Athembewegungen langsamer werden und aus demselben Grunde muß auch eine Reizung der Vagi die Athembewegungen beschleunigen.

Da, wie wir wissen, alle zur Operation der Vagus-Durchschneidung verwendeten Thiere diese Operation nie lange überleben, so fragt es sich, welches die nächste Ursache des Todes dieser Thiere sei. Was zunächst die Zeit betrifft, innerhalb welcher die operirten Thiere sterben, so beobachtete Panum nach zahlreichen Vagus-Durchschneidungen, auch bei noch so jungen Thieren, niemals, daß dieselben unmittelbar nach der Operation starben und unter solchen Erscheinungen, wie sie nach Durchschneidung der **Recurrentes** erfolgen sollen. Von vier ganz jungen Kaninchen wurden zweien die Vagi durchschnitten, sie starben nach 3—4 Stunden; den beiden

andern wurden die Recurrentes durchschnitten, sie überlebten die Operation mehrere Tage, es traten aber keine Erstickungsfälle ein, sondern die Thiere blieben munter und starben dann plötzlich. Wenn die Thiere sich ruhig verhielten, athmeten sie ohne Geräusch und Schwierigkeit, nur wenn sie sich bewegten, nahm man ein röchelndes Geräusch wahr. Das Schlingen war erschwert und beim Schlingversuch entstand Husten. Respirationsbeschleunigung wurde nach Durchschneidung der Recurrentes nicht beobachtet; bei beiden fanden sich aber Speiseüberreste sowohl in der Luftröhre, als in den Choanen, aber während bei Vagus-Durchschneidung das Lungengewebe immer entzündet gefunden wurde, war dasselbe nach der Durchschneidung der Recurrentes gesund. Ein junger Hund, welchem die Recurrentes durchschnitten wurden, zeigte, aber nur in den ersten Stunden nach der Operation, sehr abgebrochene Inspirationen, so daß man nach jeder Inspiration zwei Bewegungen am Unterleib wahrnehmen konnte, dabei war aber das Athmen nicht schneller, und die eigenthümliche Respirationsweise hörte sogleich auf, als die Tracheotomie gemacht wurde, wodurch sich die Zahl der Athemzüge aber nicht verminderte; das Thier überlebte $3\frac{1}{2}$ Monate und nach der Section fand man bei vollkommen durchschnittenen Recurrentes die Lungen gesund. Bei Kätzchen dagegen erfolgte nach Durchschneidung der Recurrentes Erstickungstod.

Die Ansichten über die Ursache des Todes nach der Vagus-Durchschneidung sind wirklich sehr getheilt, indem sie theils in dem gestörten Athmungsprocesse, theils in gestörter Ernährung der Lungen, theils in der Erschöpfung des, seines normalen Regulators beraubten Herzens, theils in einer Störung des allgemeinen Stoffwechsels gesucht wurden.

Nach Wundt werden der Respiration bei der Vagus-Durchschneidung zwei Hindernisse in den Weg gesetzt, nämlich Lähmung des Kehlkopfs und der Bronchien; beide Störungen erfordern einen solchen Aufwand von Zeit und Kraft, daß jede einzelne Inspiration länger und intensiver wird, während die aufgenommene Luftmenge Anfangs dieselbe bleibt, die Inspirationszahl aber sogleich abnimmt. Mit diesem Hinderniß in den Luftwegen sinkt auch die Eigenwärme des Thieres.

Entsprechend den zwei Hauptalterationen der Respirationsorgane findet man nach Wundt in den Lungen als Folge der Kehlkopf-

lähmung lobuläre Entzündung, als Folge der Bronchien- und theilweisen Gefäßlähmung , sowie der vermehrten Herzthätigkeit, passive Congestion. Weil die Inspiration über die Exspiration überwiegend ist, so zeigt die Lunge noch vesiculäres Emphysem. Die Entzündung entsteht meist bei Thieren mittlern Alters, selten bei ganz jungen oder alten Individuen; die Congestion tritt um so später ein, je älter das Thier ist, und der Luftröhrenschnitt wirkt nach Wundt nur verzögernd auf die Erscheinungen, ändert sie aber nicht.

Arnsperger und Panum fanden, daß nach Durchschneidung eines Vagus keine Lungenaffection auftritt, und Panum stellte mit Bernard Versuche an, um Traube's Ansicht zu prüfen, wonach der Zutritt fremder Körper in die Luftröhre in Folge der Lähmung der Glottis nach Durchschneidung beider Vagi die Ursache der Lungenaffection sein soll. Bei vier Kaninchen wurde die Trachea geöffnet, ein elastisches Rohr eingelegt und dann die Vagi durchschnitten, worauf die Respiration um die Hälfte abnahm und der Tod nach 5—18 Stunden erfolgte. Die Lungen waren, obgleich nicht so stark wie sonst, angegriffen; bei einem andern, derselben Operation unterworfenen Kaninchen war die Lunge nach 15 Stunden gesund, bei einem zweiten waren die Lungen, selbst bei freien Luftwegen, entzündet. Bei zwei alten Hunden mit Magenfisteln wurde auf dieselbe Weise, wie bei den Kaninchen, verfahren; sie erlebten bei sehr langsamer Respiration 24 Stunden und man fand bei normaler, nicht gerötheter Luftröhrenschleimhaut ebenfalls gesunde Bronchien, in den Lungen aber doch einzelne größere luftleere Stellen im Stadium der raschen Hepatisation, sowie graugelbe, ebenfalls luftleere Knoten. Diese Versuche sowohl, sowie die Erfahrung Panums, daß nach Durchschneidung der Recurrentes keine Lungenaffection eintritt, sprechen nicht für die Ansicht, daß fremde Körper in der Luftröhre die Ursache der Lungenaffection nach der Vagus-Durchschneidung sind. Panum glaubt daher, daß die Ursache jener Lungenaffection in einer Lähmung vasomotorischer Nerven liege.

Arnsperger, welcher aber auch nach Durchschneidung der Recurrentes Lungenaffection auftreten sah, fand nach Durchschneidung beider Vagi das Lungenparenchym verdichtet, serös-ödematöse Exsudation, Emphysem und bisweilen Gerinnung des Blutes in den Lungengefäßen. Bei Kaninchen erfolgte der Tod innerhalb 22 Stunden, bei Hunden innerhalb 164 Stunden; bei einem Hunde

war die Regeneration der Nerven schneller erfolgt, als die pathologische Lungenveränderung tödtete. Arnsperger hält die nach der Vagus-Trennung auftretende Affection für einen mit der **Atelectasie** zwar nicht identischen, aber ihr doch analogen Zustand; dieser, sonst durch Verstopfung der Bronchien mit Exsudat, Schleim, Eiter u. dgl. bedingt, würde hier entstehen, indem die Lungenbläschen durch Verminderung der Respirationsthätigkeit collabiren, wodurch nothwendig eine Circulationsstörung der Lunge, und in Folge dieser serösen Transsudation, Lungenödem, und als vicariirende Entartung des Lungengewebes, Emphysem auftritt.

Nach meinem Dafürhalten ist die von Dalton angeführte Ursache des nach der Vagus-Durchschneidung eintretenden Todes wohl die richtigste, welcher sie, ähnlich wie Arnsperger, von Blutüberfüllung der Lungen herleitet, weil die Luft wegen des eingetretenen Mißverhältnisses zwischen der Größe der Stimmritze und dem Querschnitt der Luftröhre nicht mehr in hinreichender Menge in die Lungen eindringen kann. Man kann nach Dalton dieses Mißverhältniß in jeder Leiche beobachten. Der Raum zwischen den Stimmbändern beträgt nach ihm 0,15—0,17 Quadratzoll, das Lumen der Luftröhre dagegen 0,45 Quadratzoll, welcher Unterschied sich im Leben ausgleicht. Legt man die Stimmritze eines betäubten Hundes bloß, so sieht man, wie die **Glottis** während der Inspiration erweitert, während der Exspiration verengert wird. Diese Erweiterung der **Glottis** nun wird durch die **Musculi crico-arytaenoidei postici** bewirkt, indem sie den Gießkannenknorpel aus- und rückwärts ziehen, wie man schon in der Leiche durch Anziehen dieser Muskeln das Areal der Stimmritze auf 0,15—0,27 Quadratzoll bringen kann. Weil nun gerade diese Muskeln von den **Nervis laryngeis infer.** beherrscht werden, so muß durch Durchschneidung der **Nervi vagi** die Erweiterung der Stimmritze unmöglich gemacht werden.

Außer der Lähmung des Kehlkopfs folgt nach der Vagus-Durchschneidung auch Lähmung der Bronchien und die Hauptursache der Lungenveränderung nach dieser Durchschneidung ist also Verminderung der respiratorischen Thätigkeit, wodurch die Möglichkeit, die zur normalen Ausdehnung der Lungenbläschen in einer bestimmten Zeit nöthige Luft in die Lungen zu bringen, wegfällt; die Bläschen fallen also zusammen und dieses Zusammenfallen bedingt zu-

nächst Störungen im kleinen Kreislauf, Hyperämie, Stase und als weitere Folge hievon seröse Transsudation in das Lungengeweb, so daß der Tod durch Asphixie erfolgen kann. Diese durch gestörte Respirationsthätigkeit, wie wir soeben gesehen, hervorgerufene passive Congestion in der Lunge wird übrigens neben der Lähmung des Kehlkopfs, der Bronchien und der Lungen noch durch die gleichzeitig hervorgerufene Herzthätigkeit gesteigert, da der Herzschlag nach Nasse nach dieser Durchschneidung um 38% zunimmt.

Nach Arnsperger ist das Lungenparenchym nach Durchschneidung der Vagi derb, zusammengefallen, unelastisch, mit mehr blaurother Farbe und mit schaumigem, klarem Serum erfüllt, während bei der Pneumonie das voluminöse, hyperämische Lungengewebe elastisch geschwellt ist mit mehr braunrother Farbe; bei Durchschneidung der pneumonischen Lunge ergießt sich eine dünnflüssige, viscide, mit schwarzen Flecken untermischte Flüssigkeit. Die Lungenaffection nach der Vagus-Durchschneidung ist also verschieden von der Pneumonie, aber ebenso von der sogenannten Hepatisation, da im ersten Falle sich die Gewebeveränderung über sämmtliche Lungenlappen gleichmäßig verbreitet, doch so, daß sich im veränderten Parenchym selbst einzelne Gruppen von gesunden Lungenbläschen finden, während das Wesen der Hepatisation darin besteht, daß ein faserstoffhaltiges Exsudat alle Räume eines davon betroffenen Lungentheils ausfüllt, und dieser Theil daher viel voluminöser ist, als im normalen Zustande, zugleich schwer und unelastisch, welcher Zustand sich in der Regel von unten nach oben fortpflanzt, ohne irgend ein lufthaltiges Gewebe zwischen sich zu lassen; demnach haben die Lungenveränderungen nach Durchschneidung der Vagi die meiste Aehnlichkeit mit der sogenannten Atelectasie, nämlich einem Stehenbleiben der Lungen nach der Geburt auf dem Stand der Fötus-Lunge.

Auch nach Wend in Heidelberg sind die Hauptveränderungen in der Lunge nach der Vagus-Durchschneidung entsprechend den zwei Hauptalterationen, welche die Respirationsorgane erleiden, nämlich Lähmung des Kehlkopfs und Lähmung der Bronchien, die lobuläre Entzündung ist Folge der Lähmung des Kehlkopfs und die passive Congestion mit ihren weitern Stadien eine Folge der Lähmung der Bronchien und eines Theils der Lungengefäße, sowie der gleichzeitig vermehrten Herzaction.

Da ferner in Folge der großen Athemnoth die Inspiration die

Exspiration bedeutend überwiegt, so tritt als weitere entsprechende Veränderung das vesiculäre Emphysem in der Lunge auf.

Weil nun durch die Durchschneidung der Vagi nicht nur die Nerven der Bronchien und der Lungen, sondern auch die des Kehlkopfs und seiner Muskeln gelähmt werden, so fragt es sich, haben beide Lähmungen, nämlich die der Pulmonal-Zweige des Vagus und die der Nervi recurrentes, Einfluß auf die Veränderung der Textur in den Lungen? Arnsperger in Heidelberg machte in dieser Beziehung Versuche an Kaninchen, und diese Versuche lieferten das Resultat, daß auf Durchschneidung der Nervi recurrentes bei Kaninchen die Zahl der Athemzüge zwar etwas, aber nicht viel (etwa um 20) abnahm, während die Zahl der Athemzüge nach Durchschneidung der Vagi von 120 auf 21 herabsank; dabei wurde der Athem unregelmäßig und verlor an Kraft und ein hörbar gewordenes Rasselgeräusch nahm zu bis zum Tode, welcher zum Theil erst nach 14 Tagen erfolgte. Das Lungenparenchym war verändert, grauliche Infiltration, doch wesentlich verschieden von der Parenchym-Veränderung der Lungen nach Durchschneidung der Vagi, da die nach Durchschneidung der Recurrentes auftretende Lungenveränderung die meiste Aehnlichkeit mit einer catarrhalischen oder Bronchopneumonie hatte.

Daß übrigens diese Affection ursprünglich wirklich eine Bronchial-Affection war, und sich von hier aus auf das Parenchym der Lunge fortsetzte, hervorgerufen durch fremde Körper, wie Speichel, Schleim und Speisereste, welche durch die nicht mehr schließende Stimmritze in die Trachea und die Bronchien eindringen, geht schon daraus hervor, daß bei Isolirung der Respirationsorgane von den Nahrungswegen keine derartige Affection auftrat.

Nach Valentins Beobachtungen hatte die Durchschneidung beider Recurrentes heftigere Folgen, als die einer Vagus-Durchschneidung, aber doch nicht so heftige, wie die Durchschneidung beider Vagi, und Thiere mit durchschnittenen Recurrentes können noch Wochen lang leben; die durchschnittliche Menge der Athemzüge nahm aber fortwährend ab und das Athmen war rasselnd und beengt. Auch hier wie bei der Vagus-Durchschneidung führen die Athemhindernisse zu einer relativ größern Sauerstoff-Aufnahme, jedoch nicht in dem Maße, wie bei ersterer Durchschneidung. Mit der Erhöhung der Sauerstoff-Aufnahme geht auch die Stickstoff-Ausscheidung

gleichen Schritt. Die absolute Kohlensäure-Menge zeigte keine deutliche Ab- oder Zunahme, am zweiten Tag nach der Operation (Reaction) wurde die größte Menge ausgeschieden; ebenso verhielt sich die absolute Menge des aufgenommenen Sauerstoffs.

Auch nach Panum sterben die Thiere nach Durchschneidung der **Recurrentes** nie unter solchen Symptonen, wie nach der Vagus-Durchschneidung, und auch nach ihm leben die Thiere nach der ersten Durchschneidung länger, ohne daß Erstickungsanfälle eintraten, auch war die Respiration nicht beschleunigt, sondern nur das Schlingen erschwert; Speisereste traf Panum in der Luftröhre und in den Choanen, wie bei der Vagus-Durchschneidung, doch blieb das Lungengewebe immer gesund.

Ueber den Einfluß der Vagus-Durchschneidung auf den Gaswechsel stellte Valentin bei Kaninchen Versuche an und brachte zu diesem Zwecke die Thiere in einen Behälter, in dessen Decke ein Manometer, ein Thermometer und eine Eudiometer-Röhre angebracht war, und von dem eine Seitenwand durchsichtig war, um die Frequenz des Athmens u. dgl. während des Versuchs beobachten zu können. Die Eudiometer-Röhre war bis zum Ende des Versuchs mit Quecksilber gefüllt und zugleich so eingerichtet, daß sie aus dem Respirationsraum mit Luft gefüllt werden konnte, ohne daß eine Vermischung mit der äußern Luft eintrat, und der Athmungsraum war von einem zweiten Behälter umgeben, welcher mit Wasser gefüllt war. Der ursprüngliche Inhalt des Athmungsraumes betrug 28098,5 CC., nach spätern Versuchen aber 28142,5 CC., und das specifische Gewicht der Kaninchen wurde zu 1 angenommen. Jeder Versuch dauerte ungefähr eine Stunde und vor dem Anfang des Versuchs wurde die Luft des Athmungsraums mit Wasserdampf gesättigt. Die Versuche wurden zuerst mit gesunden Kaninchen, dann mit solchen nach Anlegung der Halswunde, ferner mit solchen nach einfacher und endlich nach doppelter Vagus-Durchschneidung unternommen und zuletzt die Folgen der Durchschneidung der **Recurrentes** mit denen der Vagus-Durchschneidung verglichen.

Von dem hiezu gebrauchten Apparate bedingt, enthielt die Endluft ziemliche Mengen von Kohlensäure, und zwar im Allgemeinen mehr, als in den von Reiset und Regnault angestellten Versuchen, doch wurde bei Valentins Versuchen das Maximum dieser Forscher nicht erreicht. Als Valentin die Versuchszeiten änderte, fand er,

daß bezüglich der Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure andere Umstände mehr Einfluß hatten, als der stets wachsende Kohlensäuregehalt der Einathmungsluft und daß die beträchtlichsten Schwankungen aus der Art des Athmens (z. B. gehemmtes Athmen) dem augenblicklichen Bruttogewicht des Thieres und den Körperbewegungen hervorgehen. Bezüglich des Bruttogewichtes ergab sich aus den nach dem Tode der Thiere vorgenommenen Untersuchungen, daß wegen der Speisen, des Kothes, Harns alle für die Gewichtseinheit berechneten Zahlen der ausgeschiedenen Kohlensäure und des verzehrten Sauerstoffs durchschnittlich um 17,5% erhöht werden müßten, um die wahren, auf die mittleren Nettogewichte bezüglichen Größen zu erhalten. Darnach stellt sich als Gesammtmittel aus den drei bei gesunden Thieren angestellten Versuchsreihen für 1 Kilogr. Nettogewicht und eine Stunde: ausgeschiedene Kohlensäure = 1,404, verzehrter Sauerstoff = 1,438 Grm. und als Mittel aus den beiden ersten Versuchsreihen 1,438 Kohlensäure und 1,174 Grm. Sauerstoff. Als Gesammtmittel aus den Beobachtungen an drei gesunden Kaninchen ergab sich für 1 Kilogrm. und eine Stunde eine Wasserverdunstung von 0,345 Grm. Ferner ergab sich als Gesammtmittel für ein Kilogrm. des gesunden Thieres eine Sauerstoff-Aufnahme von etwas mehr als $^1/_5$ Mgrm. und eine Kohlensäure-Abgabe von $^1/_4$ Mgrm.

Nach der Durchschneidung der beiden Vagi, welche jedesmal bedeutende Veränderungen sowohl im Gaswechsel als in der Athmungsmechanik hervorrief, beobachtete auch Valentin zunächst immer eine Abnahme der Athemfrequenz und zwar durchschnittlich $^7/_{10}$, welche Abnahme sich bis auf $^1/_2$ verminderte, wenn eine Luftröhrenfistel angelegt wurde. Nach Durchschneidung beider Vagi hat der geschlossene Raum keinen Einfluß auf die Thiere, doch erhalten sich die Thiere, denen gleichzeitig eine Luftröhrenfistel angelegt wurde, mehr wie gesunde. Das Athmen selbst ist in hohem Grade anstrengend, Bauchathmen, dabei rasselnd oder pfeifend und mit Bewegungen des Gesichts, der Ohren und des Kopfes verbunden. Auf eine lange Inspiration folgt eine kurze Exspiration und hierauf eine lange Pause.

Valentin versuchte auch den veränderten Rhythmus durch das Kymographion darstellen zu lassen und theilte als Resultate eine Anzahl Curven mit; der Inspirationsdruck war öfters 6—10 mal so groß, als bei gesunden Thieren.

Nach Durchschneidung beider Vagi ist im Verhältniß der ausgeschiedenen Kohlensäure zum aufgenommenen Sauerstoff dieser letztere vermehrt, und Valentin glaubt, daß gerade die veränderte Athmungs-Mechanik zu jener Veränderung des Gaswechsels hauptsächlich beigetragen habe, obwohl die Anwesenheit einer Luftröhrenfistel in diesem Punkte keinen Unterschied bedingte. Der indirect als Stickstoff erhaltene Werth steigt ebenfalls im Verhältniß zum aufgenommenen Sauerstoff, und die Vermehrung kann nicht von der Zunahme der mit dem Stickstoff verrechneten Beobachtungsfehler herrühren, doch gibt Valentin die Möglichkeit zu, daß ein flüchtiger Stoff, z. B. NH^3, nach der Vagus-Durchschneidung in beträchtlicherer Menge ausgeschieden und dadurch die Spannung der Gase wesentlich verändert sein könnte, sonst würde man auf vermehrte Stickstoffausscheidung schließen müssen. Wird der ganze, für ein Kilogrm. gesundes Thier und eine Stunde berechnete Werth für Stickstoff und Fehler, nämlich 0,058 Grm., als bloß von Fehler herrührend angenommen und diese Fehlersumme auch für die Beobachtungen nach der Vagus-Durchschneidung bestimmt, so würden sich nach der Vagus-Trennung für ein Kilogrm. und 1 Stunde noch 0,179 Grm. Stickstoff ergeben.

Bezüglich des möglicherweise in der Luft enthaltenen NH^3 hat Valentin einen Controlversuch angestellt und dabei gefunden, daß der allerdings in der Luft enthaltene flüchtige Stoff, nämlich NH^3, jene Zunahme des Stickstoff-Werthes nicht bedingte.

Nach der Durchschneidung beider Vagi nehmen die absoluten Kohlensäure-Mengen, welche einem Kilogr. des Gewichts des Thieres und einer Stunde Zeit entsprechen, ab, und zwar im Gesammtmittel um $14\frac{1}{2}\%$; doch fand zwischen den beiden ersten Versuchsreihen einerseits und der dritten andererseits ein großer Unterschied statt, so daß bei einer gleichzeitigen Luftröhrenfistel die Abnahme der absoluten Mengen von Kohlensäure um Vieles geringer zu sein scheint, wie auch, ganz entsprechend diesem Resultate, die Zahl der Athemzüge in diesem Falle größer war. Die Abnahme der Kohlensäureausscheidung war ferner um so größer, je mehr Zeit nach der Durchschneidung beider Vagi verstrichen war, so daß unmittelbar vor dem Tode am wenigsten ausgeschieden wurde.

Die Mengen des aufgenommenen Sauerstoffs für ein gleiches Gewicht und Zeitdauer nehmen nach der Durchschneidung beider

Vagi zu, während die entsprechenden Mengen von Kohlensäure-Ausscheidung abnehmen. Die durchschnittliche Sauerstoff-Aufnahme stieg ungefähr um $1/_{6}$—$1/_{7}$, während die mittlere Kohlensäure-Ausscheidung fast um eben so viel abnahm. Vor dem Tode war auch die Sauerstoff-Aufnahme auf das Minimum herabgesunken, war aber doch noch größer, als das Minimum eines gesunden Thieres.

Bei der Berechnung der Aufnahme von Sauerstoff und Ausscheidung von Kohlensäure und Stickstoff in einem Athemzuge nach der Durchschneidung beider Vagi fand Valentin, daß in diesem Falle durch einen Athemzug etwa dreimal so viel Kohlensäure und zwölfmal so viel Stickstoff ausgeschieden und viermal so viel Sauerstoff aufgenommen wurde, als durch einen Athemzug im normalen Zustande. Bei einer Luftröhrenfistel, wo die Zahl der Athemzüge erhöht ist, ist die Vermehrung der Gase in einem Athemzuge geringer, während die Berechnung ohne Luftröhrenfistel eine Ausscheidung von dreimal so viel Kohlensäure, zwölfmal so viel Stickstoff, sechs bis siebenmal so viel HO und eine Einnahme von mehr als viermal so viel Sauerstoff ergab in einem Athemzuge, als bei einer Athmung eines gesunden Thieres im geschlossenen Raume.

Die nach der Anlegung der Halswunde angestellten Beobachtungen ließen keinen wesentlichen Einfluß dieser Verletzung auf das Verhältniß des aufgenommenen Sauerstoffs zur ausgeschiedenen Kohlensäure wahrnehmen; aber für ein gleiches Gewicht und gleiche Zeit ergab sich im Vergleich zum gesunden, ruhigen Zustande eine Erhöhung der Kohlensäure-Ausscheidung und der Sauerstoff-Aufnahme, und das Maximum dieser Erhöhung erschien am folgenden Tag mit der fieberhaften Reaction.

Verschieden beobachtete Valentin die Athemfrequenz nach einseitiger Vagus-Durchschneidung, indem er bei einem Kaninchen, bei welchem zwar diese Operation mit einer weitern Verwundung verbunden war, eine kleine Abnahme, bei dem andern dagegen eine kleine Erhöhung der Athemfrequenz beobachtete. Die Art des Athmens war nicht sehr verändert, nur eine Neigung zum Bauchathmen, und dem entsprechend ergaben sich auch höhere Verhältnisse des aufgenommenen Sauerstoffs, als im normalen Zustande, jedoch nicht so hoch, wie bei der Durchschneidung beider Vagi. Bei dem einen Kaninchen wurde auch eine vermehrte Stickstoff-Ausscheidung beobachtet; während die absoluten Sauerstoffmengen in einigen Ver-

suchen erhöht waren, war die absolute Kohlensäuremenge nicht wesentlich verändert.

Wie wir oben schon gesehen, hat die Durchschneidung beider **Nervi recurrentes** heftigere Folgen, als die Durchschneidung eines **Vagus**, jedoch wieder nicht so heftige, wie die doppelte Vagus-Durchschneidung, so daß Thiere mit durchschnittenen **Recurrentes** noch wochenlang leben können. Die Menge der Athemzüge nahm im Durchschnitt immer mehr ab, und der Athem war rasselnd und beengt. Auch bei dieser Operation wird wegen der Athemhindernisse relativ mehr Sauerstoff aufgenommen, jedoch nicht so viel als bei der Durchschneidung beider **Vagi**, ebenso vermehrt sich diese Sauerstoff-Aufnahme parallel, auch die Stickstoff-Ausscheidung. Die absolute Menge des aufgenommenen Sauerstoffs zeigte, sowie die absolute Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure, keine deutliche Ab- und Zunahme, doch war die Ausscheidung der Kohlensäure zur Zeit der Reaction, am zweiten Tag, am größten.

Valentin, welcher den Grund der Einflüsse der Vagus-Durchschneidung auf den veränderten Gaswechsel mit Recht in der veränderten Athem-Mechanik sucht, bemerkt über die Ergebnisse dieser Versuche, daß sie mit einer früher an sich selbst gemachten Beobachtung übereinstimmen, in welchen er das Verhältniß der Kohlensäure zum Sauerstoff von dem durchschnittlichen Normalwerthe 1:1,18 durch ein sogenanntes drückendes Athmen auf 1:31 bringen konnte.

Ein mittleres Kaninchen ergab nach Valentins Versuchen als Abweichungen vom normalen Zustande:

1) Nach Anlegung der Halswunde. Durchschnittliche Zunahme der Zahl der Athemzüge um $^1/_{25}$, verhältnißmäßig geringere Abnahme des eingeathmeten Sauerstoffs und stärkere des ausgeschiedenen Stickstoffs. Abnahme der auf ein Kilogr. und einen Athemzug kommenden Kohlensäure um $^1/_{20}$ und des dabei verzehrten Sauerstoffs um $^1/_{16}$; dagegen Zunahme der absoluten, einem Kilogr. und einer Stunde entsprechenden Mengen der ausgeschiedenen Kohlensäure und des aufgenommenen Sauerstoffs um $^1/_{33}$, ungefähr dreimal vermehrte Ausscheidung von Wasserdämpfen und eine Erhöhung der mittlern Eigenwärme des Mastdarms um $^1/_{100}$.

2) Nach Durchschneidung eines *Vagus*. Abnahme der Mittelzahl der Athemzüge um $^1/_{25}$, Vermehrung der einer Gewichts- und Zeiteinheit entsprechenden Kohlensäure-Ausscheidung um $^1/_{25}$ des

aufgenommenen Sauerstoffs um $1/8$, des ausgeschiedenen Stickstoffs um $2/3$, der ausgeschiedenen Wasserdämpfe um das Doppelte; Vermehrung der auf ein Kilogr. und einen Athemzug kommenden Menge der Kohlensäure um $1/13$, des aufgenommenen Sauerstoffs um $1/6$, des ausgehauchten Stickstoffs um $2/3$, der ausgetretenen Wasserdämpfe um das Doppelte.

3) Nach Durchschneidung beider *Vagi* und Anlegung einer Luftröhrenfistel. Abnahme der mittlern Zahl der Athemzüge um die Hälfte, Zunahme der Sauerstoff-Absorption um $2/5$ und der Stickstoffausscheidung um das Vierfache; Abnahme der absoluten, einer Gewicht- und Zeiteinheit entsprechenden Kohlensäuremenge um $1/20$, Zunahme des entsprechenden verzehrten Sauerstoffes um $2/5$ und fünffache Vergrößerung des absoluten Maßes des ausgehauchten Stickstoffes; Erhöhung der auf ein Kilogr. und einen Athemzug kommenden Menge von Kohlensäure um $2/3$, des verzehrten Sauerstoffes um mehr als das Doppelte, des ausgeschiedenen Stickstoffs um das Achtfache und Abnahme der mittlern Eigenwärme um $1/100$.

4) Nach Durchschneidung beider *Vagi* ohne Luftröhrenfistel. Verminderung der mittlern Zahl der Athemzüge um $7/10$, Zunahme der verhältnißmäßigen Sauerstoff-Absorption um $1/3$, Vermehrung der Stickstoff-Ausscheidung um das Vierfache; Abnahme der einer Gewichts- und Zeiteinheit entsprechenden Kohlensäuremenge um $1/16$ und Erhöhung des entsprechenden aufgenommenen Sauerstoffs um $1/4$, doppelt so große Ausscheidung von Wasserdämpfen und viermal so große Ausscheidung von Stickstoff. Ein Kilogr. Thier und ein Athemzug nehmen viermal so viel Sauerstoff auf, hauchen beinahe dreimal so viel Kohlensäure und zwölfmal so viel Stickstoff aus, und entfernen $8\frac{1}{2}$mal so viel Wasserdämpfe. Die mittlere Eigenwärme sinkt im Mastdarm um $1/16$—$1/17$ des Durchschnittwerthes des gesunden Thieres.

5) Durchschneidung des untern Kehlkopfastes des *Nervus vagus* auf jeder Seite. Die mittlere Verminderung der Zahl der Athemzüge betrug $1/13$, die Erhöhung der verhältnißmäßigen Sauerstoff-Aufnahme $1/6$, die Erhöhung der Stickstoff-Ausscheidung war um das $2\frac{1}{2}$fache vermehrt; die Abnahme der einer Gewichts- und Zeiteinheit entsprechenden Kohlensäuremenge betrug $1/13$ und die Zunahme der absoluten Größe des verzehrten Sauerstoffs $1/11$;

2½malige Vergrößerung des hieher gehörigen Werthes des ausgetretenen Stickstoffs, Vermehrung der Wasserdämpfe um ⅓, unbedeutende Veränderung der auf ein Kilogr. und einen Athemzug kommenden Mengen ausgeschiedener Kohlensäure, Erhöhung des verzehrten Sauerstoffs um ⅕, beinahe dreimal so viel ausgeführten Stickstoff; dagegen nur ⅖ Ueberschuß von Wasserdämpfen, welche sonst der Mitteleinheit eines Athemzuges entsprechen. Keine merkliche Veränderung des Durchschnittwerthes der Eigenwärme.

Nach Valentins Beobachtungen starb ein Kaninchen kurz nach der Durchschneidung beider Vagi, und dessen ungeachtet erschienen große Strecken der Lungen braunroth, woraus folgt, wie Valentin bemerkt, daß die Lähmung des Kehlkopfs und der dadurch bedingte Eintritt fremder Körper in die Luftröhre und die Bronchien die Beschaffenheit der Lungen bedeutend geändert hatte, und zwar bedingt nach seinen Versuchen die Durchschneidung beider Vagi noch tiefere Störungen. Die lähmende Wirkung nach Durchschneidung der untern Kehlkopfzweige auf die Musculi thyreoarytaenoidei, cricoarytaenoidei laterales und postici und die arytaenoidei obliqui und transversi, und die Verengerung der Stimmritze wirken schon, wie wir weiter oben gesehen, erheblich auf die Veränderung des Lungenparenchyms.

Die von Valentin im Mastdarm gemachten Temperaturmessungen ergaben im Allgemeinen nach der doppelten Vagus-Durchschneidung im Gesammtmittel eine Abnahme von 2° C., welche in den ersten Versuchsreihen stetig war, in den übrigen aber durch Muskelbewegungen gestört worden zu sein schien, welche in einem Falle im Stande waren, noch in der letzten Lebenszeit eine merkliche Temperaturerhöhung zu bewirken. Bei gleichzeitiger Luftröhrenfistel war die Temperaturabnahme etwas geringer.

Nachdem wir nun in dem bisher Gesagten die so wichtige Einwirkung des Vagus auf die Bewegung des Herzens, die Respiration und den Gaswechsel in der Lunge näher betrachtet, erübrigt noch, den Einfluß dieses Nerven auf den Magen einer nähern Betrachtung zu unterwerfen. Bezüglich dieser letztern Einwirkung war es nach der bisherigen Ansicht dieser Nerv, welcher nicht nur die peristaltische Bewegung des Magens, sondern auch die Secretion des normalen Magensaftes, sowie die Gefühle des Hungers und des Durstes vermittelt. Was nun das erste betrifft, nämlich die peristaltische

Bewegung des Magens, so ist der Einfluß des Vagus auf diese insofern eine unbestrittene Thatsache, als Reizung des Vagus am Halse die peristaltischen Bewegungen des Magens hervorruft, und die gemachten Beobachtungen, daß auch nach der Durchschneidung des Vagus am Halse der Chymus noch aus dem Magen in das Duodenum übergeht, widerlegen diese Thatsache nicht, sondern sind höchstens ein Beweis, daß der Magen außer vom Vagus noch andere motorische Fasern erhält, und diese scheinen aus dem Plexus coeliacus zu stammen. Pincus beobachtete wiederholt durch eine Bauchwunde, daß die peristaltischen Bewegungen des Magens nach Durchschneidung des Vagus im Foramen oesophageum bei Kaninchen, Katzen und Hunden nicht aufhören; ebensowenig hörten diese Bewegungen auf, wenn nur der Plexus coeliacus exstirpirt war; waren aber beide Vagi durchschnitten und gleichzeitig der Plexus coeliacus exstirpirt, so hörten die Bewegungen des Magens bald nach der Operation auf und traten selbst auf mechanische Reizung des Magens nicht mehr ein. Auch Panum, Bidder und Schmidt, welche die Bewegungen durch eine große Magenfistel beobachteten, sahen nach der Durchschneidung der Vagi am Halse eines Hundes die peristaltischen Bewegungen des Magens noch fortdauern.

Bezüglich des Einflusses des Vagus auf die Secretion des normalen Magensaftes war bisher dem Vagus bei dieser Secretion derselbe Einfluß zugeschrieben, wie dem Trigeminus und Facialis bei der Speichelsecretion, eine Ansicht, welche durch die Beobachtungen von Frerich und Bernard, nach welchen die Vagus-Durchschneidung die Secretion des Magensaftes, wenn auch nicht quantitativ, doch qualitativ insofern verändert, als ein solcher Magensaft nicht die zur Verdauung erforderliche saure Beschaffenheit besitzt, bestärkt wurde, die aber Bidder und Schmidt durch ihre Versuche widerlegten, indem diese nachwiesen, daß die nach der Vagus-Durchschneidung hervorgerufene Veränderung des Magensaftes nur davon herrührt, daß in Folge der Lähmung der Speiseröhre dem Magen nicht die gehörige Menge von Nahrung zugeführt wird, welche Nahrung bekanntlich nicht nur das Material zum sauren Magensafte liefert, sondern auch als Reiz wirkt und so die erforderliche Quantität desselben hervorruft.

Daß aber, abgesehen hievon, die Fasern des Vagus doch einen

Einfluß auf die Secretion des Magensaftes haben, geht unzweifelhaft aus andern Beobachtungen hervor, nach welchen die Vagus-Durchschneidung bedeutende Alterationen des Epitheliums und der Schleimhaut des Magens zur Folge hat. So sah Bernard und Panum bei zwei Hunden nach der Vagus-Durchschneidung die Magensecretion beinahe ganz aufhören, und sogar Application von Essigsäure auf die Zunge brachte ebensowenig eine Vermehrung dieser Secretion hervor, als die Injection von kohlensaurem Natron. Panum, welcher bei einem Hunde mit einer großen Magenfistel beide **Vagi** durchschnitten hatte, und dann zu verschiedenen Zeiten die Magenschleimhaut mittelst eines Speculums beobachtete, fand diese nicht nur ebenso geröthet wie sonst, sondern sie schien sogar noch röther gefärbt und diese Röthung nahm nach dem Abwischen mit einem Schwamme noch zu. Als er dann seine Beobachtungen bei diesem Hunde länger fortsetzte, fand er, daß die Secretion des Magensaftes, die nach der Operation fast ganz verschwand, nach Verlauf einer längern Zeit wieder anfing. Schon zehn Stunden nach der Durchschneidung der **Vagi** fand er im Magen, welcher Fleisch aufgenommen hatte, wieder eine gewisse Menge des Secretes, die sich beim Reiben der Schleimhaut vermehrte, und der abgesonderte Magensaft wurde stets als saurer Magensaft erkannt, woraus Panum schließt, daß Bernard dem **Vagus** zu viel Einfluß auf die Magenschleimhaut zugeschrieben habe.

Auch Pincus untersuchte den Einfluß der Vagus-Durchschneidung auf die Secretion der Magenschleimhaut und die Verdauung überhaupt, und seine Versuche lieferten viel entscheidendere Resultate. Um zunächst die Verletzungen und Störungen der Respirationsorgane zu vermeiden, durchschnitt er bei Kaninchen die beiden Nerven nicht am Halse, sondern im **Foramen oesophageum**. Die Thiere hatten einen Tag gefastet und erhielten nach der Operation Milch. Als nach 29 und 35 Stunden der Tod erfolgt war, fand sich im Magen nur die uncoagulirte Milch vor und die die Schleimhaut zunächst überziehende Flüssigkeit, welche Labzellen enthielt, reagirte alkalisch. Die Schleimhaut selbst war sehr hyperämisch, vielfach ulcerirt und im submucösen Gewebe hatten Hämorrhagien stattgefunden. Dasselbe Verhalten bot auch die Schleimhaut im **Duodenum** dar. Erbrechen hatte nicht stattgefunden und die peristaltische Bewegung des Magens war constatirt. Aehnliche Versuche wurden

bei Katzen gemacht, von denen die eine Milch, die andere Eiweiß erhielt; auch hier fand sich die Milch uncoagulirt, von dem Eiweiß traf man nur wenig, die Magenflüssigkeit reagirte ebenfalls alkalisch und die Schleimhaut bot, wenn auch in etwas geringerem Grade, dieselbe Beschaffenheit wie bei Kaninchen dar; das Vorhandensein der peristaltischen Bewegungen konnte durch die Bauchwunde bis zu dem nach 26 und 29 Stunden erfolgten Tode wahrgenommen werden. Ganz dieselben Resultate lieferten Versuche mit Hunden, von denen auch der eine Milch, der andere Eiweiß erhielt, und die nach 23 und 30 Stunden starben. Als von zwei Hunden jeder nach der Operation zwei Unzen Eiweiß erhielt, und dann bei dem einen 6 Stunden, bei dem andern 9 Stunden nachher der **Pylorus** unterbunden und dann beide getödtet wurden, fand sich im Magen des ersten noch eine Unze, in dem des andern noch eine Drachme Eiweiß vor; die Schleimhautveränderungen waren ebenfalls da und der Magensaft reagirte ebenfalls alkalisch.

Mit Recht macht Volkmann übrigens bezüglich der Vagus-Durchschneidung am Halse darauf aufmerksam, daß diese in Betreff der Wirkungen seiner Fasern auf die Secretion der Magenschleimhaut nicht so ganz entscheidend sei, als gerade die dieser Secretion vorstehenden Fasern möglicherweise auch unterhalb des Schnittes vom **Sympathicus** aus in die Plexus des **Vagus** eintreten können; deßwegen untersuchte Pincus, ob der **Vagus** auf seinem Wege bis zum Zwerchfell neue Fasern aufnimmt, wobei die mikroskopische Untersuchung in dem Nerven in der Nähe der **Cardia** einen viel größern Reichthum an feinen Fasern ergab; außerdem fanden sich viele bipolare und multipolare Zellen in den Ganglien um den **Oesophagus**. Pincus glaubt daher, daß jene feinen Fasern im untern Theile des **Vagus** wahrscheinlich sowohl vom Grenzstrang im **Thorax**, als von jenen Ganglien stammen; er hält diese Fasern für Gefäßnerven und jene veränderte Secretion und abnorme Ernährung der Magenschleimhaut für Folgen der Lähmung dieser Gefäßnerven.

Eine Vermehrung der veränderten Secretion der Magenschleimhaut fand übrigens, wie sich aus der Vergleichung vieler gesunden Kaninchen für diese wenigstens ergab, nicht statt.

Wie wir oben gesehen, fand Pincus bei seinen Versuchen, daß nach der Vagus-Durchschneidung in der Schleimhaut des obern Theiles des **Duodenum** dieselben Veränderungen eintraten, wie in der des

Magens selbst, was ihn zu weitern Versuchen veranlaßte. Bei fünf Kaninchen, die einen Tag nüchtern gewesen waren, wurde der **Plexus solaris** exstirpirt, worauf die Thiere Milch erhielten; es fand kein Erbrechen statt und die Bewegungen des Magens waren nicht verschwunden. Nach dem 20—30 Stunden hierauf erfolgten Tode fand man die Milch im Magen coagulirt und einen sauren Magensaft. Im obern Theile des Dünndarms viel Galle, die Schleimhaut des Magens sowie die der obern Hälfte des Dünndarms war sehr hyperämisch, Blutergüsse unter der Schleimhaut und im Darme, Exulcerationen, auch die Leber zeigte starke Hyperämie. Auch bei zwei Katzen, die demselben Versuche unterworfen wurden, fand man dasselbe, nämlich sauren Magensaft, coagulirte Milch im Magen, und die Schleimhaut und das Epithelium war hie und da in Fetzen abgelöst. Die Schleimhautveränderungen im Magen und Darm waren hier viel beträchtlicher, als bei den Kaninchen, auch beträchtlicher als bei der Vagus-Durchschneidung bei Katzen. Dasselbe Resultat gab auch die Exstirpation des **Plexus solaris** bei zwei Hunden. Hieraus folgt nun, daß aus dem **Plexus coeliacus** Gefäßnerven zum Magen gehen, sowie zum obern Theil des Dünndarms, von denen die Ernährung der Schleimhaut dieser Theile abhängt. Auf die Bewegungen des Magens, die Secretion des Magensaftes und die Verdauung der Eiweißkörper scheint die Exstirpation jenes Plexus keinen Einfluß zu haben, denn diese erfolgten auch nach dieser Operation in normaler Weise.

Pincus durchschnitt nun bei zwei nüchternen Kaninchen den **Vagus** und den **Plexus coeliacus** zugleich; sie nahmen wenig Milch und etwas Wasser, und peristaltische Bewegungen des Magens wurden nicht wahrgenommen, und nach dem 17 und 18 Stunden hierauf erfolgten Tode fand man die Milch im Magen unverändert und der Mageninhalt reagirte alkalisch. Die Schleimhautveränderungen waren beträchtlich größer, als nach der Exstirpation des **Plexus coeliacus** allein. Dasselbe Resultat erhielt man auch bei Katzen und die Bewegungen des Magens konnten selbst durch mechanische Reize nicht hervorgerufen werden.

Pincus stellte nun auch eine Reihe von Controlversuchen an, indem er einem Kaninchen, einer Katze und einem Hunde dieselben Verletzungen, mit Ausnahme der Nervendurchschneidungen, beibrachte. Die Section ergab alles das, worauf es ankam, normal, und von

Wichtigkeit war es, daß das Kaninchen nach $2\frac{1}{2}$ Tagen erbrach, was nach der Vagus-Durchschneidung nicht eingetreten war, im Gegensatz zu den Beobachtungen Anderer, namentlich von Bidder und Schmidt, weil daraus folgte, daß die Operation nicht etwa ein mechanisches Hinderniß für das Erbrechen bedingt hatte. Aus der letzten Versuchsreihe zieht nun Pincus den Schluß, daß aus dem Plexus coeliacus trophische Fasern zum Magen gehen, welche nicht etwa auf einem Umwege vom Vagus herstammen.

Pincus durchschnitt ferner bei vier Kaninchen alle Nerven, die um die Arteria mesenterica gelegen sind, wobei die Verletzung der Fäden des Plexus coeliacus unvermeidlich war. Die Thiere erhielten dann Milch; die peristaltischen Bewegungen des Magens wurden wiederholt beobachtet. Nach dem 23 und 48 Stunden darauf erfolgten Tode fand man den Magen mit saurer Flüssigkeit gefüllt und die genossene Milch coagulirt. Die Schleimhaut des ganzen Dünndarms zeigte die oben bezeichneten Veränderungen bis zum Coecum und einmal zeigte auch die Magenschleimhaut dieselben Veränderungen. Im Darme war viel Galle.

Derselbe Versuch bei zwei Hunden ergab dasselbe Resultat und die Veränderungen der Schleimhaut erstreckten sich sogar bis zum Rectum.

Bei zwei weitern Kaninchen wurden nun alle Nerven um die Aorta nach Abgabe der Arteria mesenterica durchschnitten, und nach dem 30 und 48 Stunden darauf erfolgten Tode fand sich der Magen ganz normal; bei dem früher verstorbenen Thiere war die Schleimhaut des obern Theils des Dünndarms verändert, bei dem andern aber ganz normal; bei beiden aber beobachtete man auf der Schleimhaut des obern und mittlern Theiles des Dickdarms jene Veränderungen.

Durch weitere Versuche suchte nun Pincus den Ursprung und das Centrum der in den vorhergehenden Versuchen getroffenen Nervenfasern, die der Ernährung der Darmschleimhaut vorstehen, zu ermitteln. Zu diesem Zwecke durchschnitt er zunächst bei zwei Kaninchen linkerseits den Grenzstrang viermal unterhalb des Zwerchfells. Der Tod erfolgte nach 30 Stunden und im Magen war saure Flüssigkeit und coagulirte Milch; die Schleimhaut des Magens, des Dünndarms und des Blinddarms war sehr hyperämisch, Blutergüsse und Exulcerationen waren geringe; aber auch unter der Haut und zwischen den Muskeln des linken Schenkels zeigten sich

kleine Hämorrhagien. Derselbe Versuch, auf der rechten Seite angestellt, ergab dasselbe Resultat. Als aber beiderseits jene Durchschneidungen des Sympathicus gemacht wurden, traten jene Veränderungen in stärkerm Grade auf, aber doch lange nicht so, wie nach der Exstirpation des Plexus coeliacus. Nachdem nun jene Operation beiderseits zugleich mit der Exstirpation des Plexus coeliacus verbunden wurde, erfolgte große Prostration und nach 14 bis 18 Stunden der Tod; die Veränderungen der Schleimhaut waren nun stärker als nach der Exstirpation des Plexus und der Vagus-Durchschneidung, so daß ganze Schleimhautstücke fehlten. Ueber die Beschaffenheit des Magensaftes konnte nichts ermittelt werden, weil die Thiere nichts zu sich genommen hatten. Bei einem schon 6 Stunden nach jenen Operationen erlegenen Hunde beobachtete man ebenfalls gelöste Schleimhautstücke, Blutergüsse im Magen, Darm und am Schenkel.

Hieraus glaubt nun Pincus schließen zu dürfen, daß, obwohl vasomotorische Fasern aus dem Grenzstrange zum Darmcanal gehen, doch im Plexus coeliacus neue derartige Fasern entstehen.

Aus den zahlreichen Versuchen von Pincus ergibt sich nun, daß bei der Vagus-Durchschneidung im Foramen oesophageum im Magen und im obern Theile des Dünndarms viel beträchtlichere Nutritionsstörungen eintreten, als nach der Vagus-Durchschneidung am Halse. Die Nutritionsstörungen sind größer und ausgebreiteter nach der Exstirpation des Plexus coeliacus, und beide Operationen verbunden haben noch größere Störungen zur Folge. Die Durchschneidung des Plexus mesentericus und aorticus bewirkt, wie wir gesehen, im untern Theile des Dünndarms und im obern Theile des Dickdarms das, was die Vagus-Durchschneidung im Magen und dem obern Theile des Dünndarms hervorruft. Aus dem Grenzstrang gehen vasomotorische Fasern zu allen Theilen des Darmcanals, ein größerer Theil aber entspringt im Plexus coeliacus. Die aus dem Grenzstrang stammenden Fasern kommen theils aus den Ganglien desselben, theils aus den untern Spinalganglien. Weil die alkalische Beschaffenheit des Magensaftes und das Unvermögen, Eiweißkörper zu verdauen, nur nach der Vagus-Durchschneidung im Foramen oesophageum, und nicht nach der Exstirpation des Plexus coeliacus und nach der Durchschneidung des Grenzstranges eintrat, obwohl auf der andern Seite jene Circulations-

störungen in der Magenschleimhaut nach diesen Nervendurchschneidungen vorhanden waren, so schließt Pincus, daß die Veränderungen des Magensaftes nach der Vagus-Durchschneidung nicht die Folge von Circulationsstörungen ist.

Nach Lähmung der vasomotorischen oder trophischen Nerven beobachtete Pincus in allen Versuchen eher eine Abnahme als eine Vermehrung der Secretionen, und er glaubt, daß, abgesehen von den etwaigen noch unbekannten Einflüssen der Nerven auf die Secretionen, zwar die Filtration durch die Wände der erweiterten Gefäße erleichtert sein müsse, aber ein dem Blute ähnlicheres Filtrat die Diffusionsvorgänge hemme; vielleicht wurden durch die Nutritionsstörungen in der Drüse die Porenwände so verändert, daß eine stärkere Adhäsion der secernirten Theilchen an sie stattfindet, was die Secretion mehr hemmen, als die Erweiterung der Arterien dieselbe vermehren könne.

Auch die von Samuel erhaltenen Resultate nach der Exstirpation des **Plexus coeliacus** bei vier Hunden, einer Katze und acht Kaninchen stimmen mit denen von Pincus fast ganz überein. Alle starben nach 8—12 Stunden mit Ausnahme einer Katze, welche drei Tage, und eines Kaninchens, welches 48 Stunden nach der Operation lebte; alle Thiere waren vorher so matt, daß sie nicht im Stande waren, die unbequemste Lage zu verändern. Zwei Hunde hatten gar keine Stuhlentleerung, während bei einem Erbrechen und Diarrhöe eintrat; auch die Katze hatte blutige Diarrhöe und die Kaninchen entleerten Schleimmassen mit dem Kothe. Auch Budge beobachtete übrigens nach Exstirpation des **Plexus coeliacus** bei Kaninchen, deren Tod spätestens nach 16 Stunden erfolgte, Diarrhoe, und **Coecum**, **Colon** und **Rectum** waren von flüssigem Kothe ausgedehnt.

Bei der Section der von Samuel zu seinen Versuchen verwendeten Thiere zeigte sich überall eine außerordentliche Hyperämie der Darmschleimhaut im obern Theile, stellenweise Echymosen und Abstoßung des Epitheliums. Diese Veränderungen zeigten sich übrigens bei Kaninchen am schwächsten. Wie Budge, so beobachtete auch Samuel, den Resultaten von Pincus gegenüber, welcher, wie wir gesehen, bei seinen Versuchen eher eine Abnahme der Secretionen wahrnahm, eine vermehrte Secretion der Darmschleimhaut.

Die bisher festgehaltene Ansicht, daß die Gefühle von Hunger

und Durst durch die sensiblen Fasern des **Vagus** vermittelt werden, scheint zunächst durch die Beobachtungen von Frerich und Bernard gänzlich widerlegt zu sein, indem diese beiden Forscher an Hunden die Beobachtung machten, daß dieselben nach Durchschneidung der **Vagi** Getränke und Speisen mit größerer Begierde verschluckten, als sonst. Bei diesen Versuchen fragt es sich übrigens noch, ob wirklich das Gefühl von Hunger diese Thiere zu wiederholten Schlingversuchen der ihnen vorgesetzten Speisen, und selbst der in Folge von Lähmung der Speiseröhre wieder ausgebrochenen, angetrieben habe, oder ob nur die, gewissen Hunden angeborene Freßgier ohne alles Gefühl von Hunger, beim Anblick gewisser Speisen, sie zu diesen Versuchen veranlaßt habe, da nicht nur die tägliche Erfahrung, sondern auch eine Unzahl pathologischer Zustände den Beweis zur Evidenz geliefert, daß eine der Functionen des **Vagus** darin besteht, dem Gehirn Mittheilungen über den Zustand des Magens zu machen. Ich will hier nur auf jene, unter der allgemeinen Benennung: „Hypochondrie" zusammengefaßten krankhaften Erscheinungen aufmerksam machen, welche Erscheinungen nach meinen eigenen und nach vielseitigen Erfahrungen Anderer ihren Grund in einer krankhaften Affection des **Vagus** haben.

Unter Andern hat namentlich auch Ch. J. Shearman in der **Med. Times and Gaz.** im J. 1856 auf gewisse Krankheitssymptome aufmerksam gemacht, die ihren Grund in einer krankhaften Affection des **Vagus** haben, wovon er 64 Fälle beobachtete und die Richtigkeit seiner Diagnose durch die angewandte so erfolgreiche Therapie bewies. Shearman schildert in dieser Abhandlung auf's Schärfste alle diejenigen Symptome, welche man gewöhnlich bisher mit dem Namen: „Hypochondrie" zu bezeichnen pflegte, über deren wahre Ursache man bisher die seichtesten, nichtssagenden Ansichten aufstellte und auf diese Ansichten gegründete Heilarten empfahl. Auch ich selbst, auf diese Leiden und ihre Quellen durch eine, schon im Jahre 1831 von dem englischen Arzte **Dr.** J. Johnson erschienene Schrift aufmerksam gemacht, habe in meiner nun 25jährigen Praxis eine Menge solcher Fälle zu beobachten Gelegenheit gehabt, welche ich nach der von obengenanntem Arzte ausgesprochenen Ansicht mit entschiedenem Erfolge behandelte; da nun diese Behandlung mit der von Shearman ausgesprochenen so ziemlich übereinstimmt und nach meiner eigenen vielseitigen Erfahrung ganz geeignet ist, die oben

genannten, so sehr verbreiteten und so häufig noch von Aerzten ganz verkannten Leiden möglichst bald zu lindern und am Ende ganz zu heben, so kann ich nicht umhin, hier, wo es sich um die Mittheilung der Zustände des Magens durch den **Vagus** zum Gehirn handelt, diese Leiden, ihre Quelle und die einzige erfolgreiche Therapie einer genauern Betrachtung zu unterwerfen.

Bekanntlich ist, wie wir noch später, bei der Betrachtung des sympathischen Nervensystems, sehen werden, die Sensibilität aller mit sympathischen Fasern versehenen Organe eine sehr geringe, so daß die diesen Organen adäquaten Reize nicht zum Bewußtsein kommen, obwohl sie für dieselben empfindlich sind; so ist z. B. der Magen für den Reiz der Speisen empfindlich, wie die Lungen für die Luft, das Herz für das Blut, die Gallenblase für die Galle, die Gedärme für den Chymus und die Faeces und die Blase für den Urin, aber alle diese Sensibilitäten kommen im normalen Zustande nicht zum Bewußtsein. Wir wissen ferner auch, daß die verschiedenen Abtheilungen des Darmcanals auch eine sehr verschiedene Sensibilität besitzen, welche nie zum Bewußtsein gelangt, so lange nur die ihnen adäquaten Reize auf sie einwirken, im Gegentheil aber wohl; so machen z. B. die unverdauten Speisen im Magen keine Beschwerden, weil sie die für ihn passenden Reize bilden, während diese unverdauten Speisen weiter unten im Darmcanal große Beschwerden machen würden; die Galle ist ferner der adäquate Reiz für das **Duodenum**, in den Magen gebracht aber ruft sie, wie jeder Arzt weiß, oft große Beschwerden hervor; das **Colon** und **Rectum** ist unempfindlich für die Faeces, während unverdaute Speisereste, welche in den Dickdarm gelangen, mehr oder weniger irritirend einwirken. So kommt auch nach dem Genuß einer quantitativ und qualitativ passenden Nahrung ohne reizende Getränke keine locale Empfindung des Genossenen im Magen zum Bewußtsein, sondern die Folgen dieses Genusses bestehen vielmehr in einer mehr allgemeinen Empfindung von Wohlbehagen und gleichsam restaurirter Kraft, besonders wenn vorher eine kleine Erschöpfung oder etwas längeres Fasten vorausgegangen. Ganz andere Erscheinungen aber werden hervorgerufen durch eine quantitativ und qualitativ abnorme Mahlzeit, besonders wenn wir, wie es bei uns in der Regel geschieht, noch starke geistige Getränke dazu genießen. Wiederum ist hier die locale Empfindung im Magen, ein etwas

unbehagliches Gefühl von Vollsein abgerechnet, im Ganzen gering, aber eine allgemeine Aufregung, beschleunigte Blutcirculation, erhöhte Wärme und Röthe im Gesicht, gesteigerte Reizbarkeit und lebhafter Ideengang folgt diesem Genusse, bald darauf aber tritt Erschlaffung der psychischen Functionen, ein Unaufgelegtsein zum tiefen Nachdenken sowie zu willkürlichen Muskelanstrengungen und damit Neigung zum Schlafe ein, Erscheinungen, welche theils unmittelbar durch den Vagus vermittelt werden, theils durch das mit Anbildungsstoffen zu sehr überladene Blut und dessen abnorme Einwirkung auf die Centralorgane des Nervensystems.

Eine sehr mäßige Mahlzeit mit gutem altem Weine verbreitet ferner vom Magen aus nicht nur eine heitere Gemüthsstimmung, sondern auch ein gewisses Wohlbefinden, vorausgesetzt, daß die Magennerven sich in normalem Zustande befinden, während dieselben Speisen und Getränke in derselben Quantität bei irritativem Zustande der Magennerven die unangenehmsten physischen und psychischen Störungen zur Folge haben, und zwar ohne daß wir im Magen selbst etwas davon fühlen. Ebenso können aber auf der andern Seite bei ganz normalem Zustande der Magennerven gewisse Substanzen, wie Digitalis, Tartarus emeticus u. dgl. ebenso vom Magen aus ähnliche physische und psychische Störungen erzeugen, so daß also vom Magen aus die heiterste physische und psychische Stimmung, aber ebenso auch das Gegentheil zu Stande gebracht werden kann. Daß solche, den Kranken oft auf's Qualvollste marternde physische und psychische Erscheinungen ohne irgend eine Empfindung im Magen selbst oder dem übrigen Theile des Darmcanals vorkommen, wovon ich mich in meiner Praxis unzähligemal selbst überzeugte, mag die Ursache sein, warum der wahre Grund dieser Symptome von ärztlicher Seite so oft übersehen und oft überall gesucht wird, nur nicht da, wo er allein zu finden ist, obgleich es dem Arzte durch bloßes Vorschreiben einer gewissen Diät so leicht ist, auf den Grund dieses Uebels zu kommen. Bekommt nämlich ein Arzt einen solchen Kranken in seine Behandlung, so schreibe er ihm die strengste Diät vor, z. B. als Getränk nur Wasser, und von den Speisen nur die leichtest verdaulichen und in möglichst geringen Quantitäten, und man wird bald sehen, daß die vorher so auffallenden Erscheinungen bedeutend abnehmen, während bei demselben Kranken der Genuß einer stärkern Mahlzeit, verbunden

mit Wein oder andern alkoholischen Getränken, wieder jedesmal eine mächtige Steigerung des Uebels hervorruft, so daß ein solcher diätetischer Versuch den Arzt gewiß auf den Sitz des Uebels hinführt, und ihn dann in den Stand setzt, durch passende Diät und Medicamente demselben zu steuern.

Die wirklich überraschende Häufigkeit des Auftretens dieser krankhaften Affectionen hat seinen Grund in den gegenwärtigen gesellschaftlichen Verhältnissen, und seine Häufigkeit wird uns nicht mehr überraschen, sobald wir näher auf diesen Grund eingehen. Jeder Laie weiß, daß nur jene Mahlzeit eine für die Gesundheit passende ist, welche weder das Allgemeinbefinden stört, noch überhaupt in uns die Lage unseres Magens zum Bewußtsein bringt. Allein wie oft werden die gesundesten und kräftigsten Menschen dadurch krank, daß sie durch sociale Verhältnisse genöthigt sind, oft und wiederholt an Mahlzeiten Theil zu nehmen, bei welchen die große Verschiedenheit der aufgetragenen Speisen die Veranlassung wird, eine zu große Quantität davon in den Magen zu bringen; die nächste Folge hievon ist nun, daß durch Aufschwellen dieser im Magen befindlichen Quantität dieser übermäßig ausgedehnt wird und so zunächst jenes unangenehme Gefühl von Völle im Magen veranlaßt, welches man so gar häufig beobachtet. Daß nun eine so große Quantität von Speisen nicht in ein paar Stunden, wie es sein soll, in Chymus umgewandelt und in's Duodenum gebracht wird, ist natürlich, und die weitere Folge ist also ein zu langes Verweilen der nicht in Chymus verwandelten Speisen im Magen, wodurch nicht nur die Secretion des Magensaftes anormal wird, sondern auch die Magennerven, und besonders die letzten Verzweigungen des Vagus in eine Art Reizzustand versetzt und auch andere, benachbarte, ebenfalls zur Verdauung gehörige Organe in Mitleidenschaft gezogen werden. Treten solche Unmäßigkeiten nur selten ein, so heben sich die nächsten Folgen derselben bald wieder von selbst, zu oft wiederholt, müssen sie aber am Ende in den Magennerven einen Irritationszustand herbeiführen, wodurch dann der Grund zu den beunruhigendsten Erscheinungen gelegt ist.

Weil nun bekanntlich die Function des Magens und die der Leber in einem innigen Zusammenhange stehen, so daß eine Störung in der Function des einen auch eine solche in der der andern hervorruft, so besteht eine weitere Folge solcher Unmäßigkeiten in

der Secretion einer quantitativ und qualitativ veränderten Galle, was der beschäftigte Arzt nur zu oft zu beobachten Gelegenheit hat, und was wieder eine neue Quelle der Irritation der Nerven des Darmcanals abgibt. Leicht ist es dem erfahrenen Arzte, diese Quelle so verschiedener physischer und psychischer Störungen zu entdecken, wenn er sich nur die kleine Mühe nimmt, die Stuhlentleerungen solcher Kranken genau zu beobachten, und er wird dann in diesen sogleich die krankhafte Veränderung der Galle in ihrer ungemein zähen und klebrigen Beschaffenheit erkennen und dabei wahrnehmen, daß solche Galle oft unvermischt mit den Faeces abgeht, mit denselben vermischt aber diesen eine solche klebrige Beschaffenheit verleiht, daß sie nur mit Mühe aus dem Nachtgeschirr entfernt werden können. Daß nun eine so veränderte, und oft in großer Quantität secernirte Galle im Darmcanal einen Reizzustand hervorrufen und unterhalten muß, ist leicht begreiflich, und sie ist es, welche bei ihrem Durchpassiren durch die dünnen Gedärme oft so heftige kolikartige Schmerzen hervorruft, bei ihrem längeren Verweilen im obern Theile des Darmcanals aber, wenn sie nämlich hier durch Erbrechen nicht entleert wird, ist es hauptsächlich jenes Heer von psychischen Störungen, welche durch sie hervorgerufen werden, namentlich jene ungeheure Depression der geistigen Thätigkeit welche oft die düstersten Anschauungen hervorruft, die entweder ein wirklich vorhandenes, an und für sich aber nicht besonders bedeutendes Uebel auf eine schauderhafte Weise vergrößern, oder das baldige Hereinbrechen eines eingebildeten bevorstehenden Uebels ahnen lassen, kurz alles nur erdenkliche Unglück wird der Seele eines solchen Kranken vorgeführt und dadurch seine Qualen so erhöht, daß am Ende Selbstmordsgedanken sich einstellen, und viele jener unglücklichen Selbstmorde, zu denen oft gar kein Grund vorhanden zu sein scheint, mögen nur durch solche Anfälle veranlaßt werden. Ein Beweis, wie vorsichtig der Arzt bei Beurtheilung der Motive zu solchen Handlungen sein muß, und Feuchtersleben sagt daher mit Recht: „Wer in die geheimen Gründe aller menschlichen Handlungen dringen könnte, der würde gar manchmal das Unglück eines Menschen in den Gedärmen eines andern motivirt finden, den jener in der Stimmung gehemmter Aussonderung zur Theilnahme an seinem Geschicke zu bewegen suchte: eine Stunde später, und sein Glück war gemacht.“ Neben dieser geistigen Depression beobachtet man

bei solchen Kranken eine oft auffallende Abnahme des Gedächtnisses und der Urtheilskraft, sowie ein ungeheures Schwanken der Willenskraft, so daß sie durchaus nicht im Stande sind, einen einmal gefaßten Plan festzuhalten, stete Unruhe bei Tag und Nacht, welche sich bei Tage durch stetes Umherlaufen, bei Nacht durch schreckliche Träume und dadurch hervorgerufene Angst und Furcht vor dem Wiedereinschlafen offenbart. Die krankhafte Empfindlichkeit der Nerven solcher Kranken erreicht oft einen solchen Grad, daß sie für jeden, auch den leisesten Eindruck auf's Höchste gereizt und so zu Gefühlen hingerissen werden, die wirklich übertrieben sind, von denen sie sich aber mit dem besten Willen nicht losreißen können. Wie oft hat wohl der Arzt Gelegenheit, diese soeben beschriebenen und oft auf's Höchste gestiegenen Symptome wie durch einen Zauber verschwinden zu sehen, wenn sein Kranker plötzlich eine oder mehrere Entleerungen scharfer, heftig riechender und mit sehr klebriger Galle vermischter **Faeces** bekommt, daher sagt Feuchtersleben mit Recht: „Eine Stunde später, und sein Glück war gemacht". In der Regel wiederholen sich solche Anfälle in der Nacht oder in der Frühe, während sie oft Abends, und ganz besonders in heiterer Gesellschaft, wie verschwunden sind; immer aber werden sie, wie schon oben bemerkt wurde, auf's Höchste gesteigert durch eine quantitativ und qualitativ schädliche Mahlzeit.

Was nun die physischen subjectiven Symptome dieses Leidens betrifft, so ist es namentlich oft mangelhaftes Sehvermögen und eine bis zum höchsten Grade sich steigernde Mattigkeit, dann bei der geringsten Anstrengung oft Herzklopfen, Schwindel und Ohrensausen, was solche Kranke besonders hervorheben, wobei dieselben Kranken in einer spätern Stunde, wenn nämlich die im Darmcanal befindlichen Speisen oder Speisereste, oder die krankhaft secernirte Galle die irritirten Theile des Darmcanals passirt haben, ohne alle Ermüdung sich Anstrengungen hingeben können. Die Haut solcher Kranken ist gewöhnlich trocken, ihr Athem mehr oder weniger übelriechend, ihre Zunge oft roth gefärbt, mehr trocken als feucht, deren Papillen erhöht, in der Mitte manchmal belegt, während die Ränder und die Spitze dunkelroth erscheinen, der Appetit ist sehr veränderlich und am auffallendsten die oft schnelle Abmagerung.

Der in der Regel wasserhelle Urin wird sparsam aber häufig entleert, weil er wegen seiner reizenden Wirkung auf die Blase

nicht lange zurückgehalten werden kann; er reagirt, frisch entleert, alkalisch, und der Harnstoff darin ist stets vermindert und oft ist er auch etwas zuckerhaltig. Auch Shearman beobachtete bei seinen 64 Kranken in allen Fällen eine sparsame Entleerung eines wasserhellen und nach Zucker riechenden Urins, welcher, frisch entleert, alkalisch reagirte und ein specifisches Gewicht = 1016—1030 hatte, unter 4—6 Tagen trat keine saure Gährung ein, wo er dann klebrig wurde und sich mit vegetabilischen Producten anfüllte; der Harnstoff darin war relativ zu den andern festen Bestandtheilen nicht vermehrt, aber im Verhältniß zum Wasser vermindert. Alkalicität und Zuckergehalt waren die charakteristischen Merkmale dieses Urins, welches letztere, nämlich der Zuckergehalt, sich aus den Beobachtungen von Bernard und Andern wohl erklären läßt, welche, wie wir weiter unten sehen werden, bei Reizung des Ursprungs des Vagus Zuckerbildung in der Leber und dessen Uebergang in den Urin beobachteten. Die Beschaffenheit des Pulses, sowie die bei solchen Krankheiten oft eintretenden fieberhaften Reactionen haben hier keinen besondern diagnostischen Werth, weil auf der einen Seite bei diesen Affectionen der Puls sehr veränderlich ist, auf der andern Seite aber uns die practische Erfahrung hinlänglich lehrt, wie leicht besonders bei Kindern, aber auch bei Erwachsenen, vorübergehende Störungen, und ganz besonders gastrische Unreinigkeiten im Darmcanal, fieberhafte Reactionen hervorrufen. Was die Empfindlichkeit des Epigastriums betrifft bei solchen Kranken, so ist diese wirklich sehr verschieden, indem man manchmal nur subjective Empfindlichkeit beobachtet, welche auf den Druck sich vermindert oder ganz verschwindet, während in andern Fällen diese Empfindlichkeit sich nur auf den Druck kund thut.

Daß solche Affectionen der Nerven des Darmcanals ihr Dasein mehr in andern Organen, als im Darmcanal selbst, zur Erscheinung bringen, geht schon aus den oben beschriebenen Hirn-Symptomen hervor, und das Gehirn ist es also, und namentlich dessen intellectuelle Functionen, welches vom Darmcanal aus zuerst in Mitleidenschaft gezogen wird; daher jener Mangel der Urtheilskraft und des Gedächtnisses, und daher jene Gedankenverwirrung und Unentschlossenheit. Eine Function des Vagus besteht also darin, dem Gehirn Mittheilungen über den Zustand des Magens zu machen, was übrigens zwar nicht im normalen, mehr oder weniger aber

im krankhaft gereizten Zustande der übrigen Theile des Darmcanals durch die über diese Theile verbreiteten Gangliennerven ebenfalls geschieht. Diese krankhafte Reizung der Nerven des untern Theils des Darmcanals wird viel häufiger, als man glaubt, dadurch hervorgerufen, daß ein Theil der zum Auswurf bestimmten Faeces zu lange zurückgehalten wird, wodurch sich immer größere Massen ansammeln, die Gedärme oft merkwürdig ausdehnen, und schon dadurch, aber ebenso durch ihre weitere Zersetzung im Darmcanal selbst, die Quelle verschiedener irritativer Zustände werden. Wie nämlich schon der Magen durch Einnahme großer Quantitäten von Speisen auf eine oft wahrhaft staunenswürdige Weise sich ausdehnen kann und diese Ausdehnung zur ungestörten Thätigkeit der Verdauung bei seiner Anfüllung nöthig hat und durch kein angrenzendes Organ beschränkt werden darf, so sind auch die dicken Därme vermöge ihres Baues der größten Ausdehnung fähig, so namentlich der in der rechten Darmbeingegend und mit seinem blinden Ende auf dem breiten Darmbein aufliegende Blinddarm, welcher eigentlich nur als eine beutelförmige Erweiterung des Dickdarms anzusehen, aber einer solchen Erweiterung fähig ist, daß dessen Erweiterungen, welche oft sehr empfindlich werden, schon öfters für Leberleiden gehalten wurden.

Von der großen Dehnbarkeit des Darms, und besonders des Mastdarms, führt namentlich Pfeufer einen von ihm beobachteten Fall von Ileus an, wo sich bei der Untersuchung durch den After Folgendes ergab: Sobald der Finger den Sphincter, der ihm, wie gelähmt, nicht den geringsten Widerstand entgegensetzte, passirt hatte, gelangte er in einen großen häutigen Sack, nämlich den zu einer förmlichen Blase ausgedehnten Mastdarm. Die Wandungen desselben waren weit auseinander getrieben, straff angespannt und die natürlichen Falten seiner Schleimhaut verstrichen. Die ausgespannte hintere Wand lag so fest und dicht an der concaven Fläche des Kreuzbeins, daß sie alle Erhabenheiten und Vertiefungen desselben auf's Deutlichste durchfühlen ließ, und dieser Eindruck auf den Finger war so täuschend, daß man den Darm zerrissen und unmittelbar auf die Knochen mit ihrem Periosteum und der Becken-Fascie zu fühlen glaubte, obgleich bei genauerer Untersuchung sich nirgends eine Continuitätstrennung zeigte.

Daß solche Ansammlungen der oft mit unverdauten Stoffen

vermischten Faeces Irritationen in diesen Theilen veranlassen und auch unterhalten müssen, ist leicht begreiflich, aber ebenso begreiflich ist es, daß solche Ausdehnungen des Darmcanals die andern Organe aus ihrer natürlichen Lage drängen müssen und so wieder eine Quelle zu andern Leiden bilden.

Aber nicht nur auf mechanische, sondern auch auf eine andere Art werden solche übermäßige Kothanhäufungen zu Quellen einer Irritation im Darmcanal, nämlich dadurch, daß sie sich bei längerm Verweilen zersetzen und so als neuer Reiz auf die Nerven des Darmcanals wirken, wobei sich, wie bei jeder Gährung, Gasarten entwickeln, welche wieder irritirend wirken und verschiedene Beschwerden hervorrufen. Trotz dieser Zersetzung, welche oft Tage lang dauert, bleiben, besonders in den Falten des Dickdarms, noch immer Reste dieser Auswurfsstoffe zurück, woraus oft die hartnäckigsten chronischen Leiden des Darmcanals entstehen.

Abgesehen aber von der reizenden Einwirkung solcher abnormen Kothanhäufungen im Darmcanal und deren Zersetzung können die durch sie bewirkten Ausdehnungen zu einem bedeutenden Hinderniß der Blutcirculation und ganz besonders zu einem Hinderniß des Rückflusses des Venenblutes werden, und so jene Leiden herbeiführen, welche der medicinische Schlendrian bisher mit dem Namen: Hämorrhoiden, Plethora abdominalis u. dgl. bezeichnete, darnach behandelte und so die Wirkung mit der Ursache verwechselte. Da nun gerade diese Circulationsstörungen im Unterleib ähnliche Functionsstörungen im Gehirn hervorrufen, so können wir mit Recht schließen, daß außer dem Vagus auch die in ihrem normalen Verhalten gestörten sympathischen Nerven der Unterleibsorgane im Stande sind, functionelle Störungen in den Centralorganen des Nervensystems hervorzurufen. Daß diese Störungen wirklich durch das Nervensystem vermittelt werden, beweist schon der Umstand, daß sie zu einer Zeit eintreten, wo die Ernährung noch nicht so Noth gelitten, daß man auf eine allgemeine abnorme Blutbeschaffenheit schließen könnte. Bekanntlich hat jede, wenn auch noch so unbedeutende Anhäufung von gastrischen Unreinigkeiten im Darmcanal Eingenommensein des Kopfes, Niedergeschlagenheit und Unaufgelegtsein zu geistigen Anstrengungen zur Folge und bei längerer Dauer und manchen Individuen rufen diese Anhäufungen oft nicht unbedeutende Gemüthsverstimmungen hervor. Wir wissen ferner,

daß Parasiten im Darmcanal sogar förmliche Geistesstörungen hervorzurufen im Stande sind, wie ich selbst vor vielen Jahren einen höchst interessanten Fall dieser Art zu beobachten Gelegenheit hatte, den ich hier kurz anzuführen nicht unterlassen kann. Der Knecht eines Sennhofes, neben welchem auch dessen Bruder, den er sonst sehr liebte, in demselben Dienste war, wurde auf einmal ohne vorausgegangenes Unwohlsein plötzlich von einer solchen Tobsucht befallen, daß er von zwei Männern mit Gewalt gehalten werden mußte, und in diesem Anfall schrie er immer nach einem Messer, um seinen Bruder erstechen zu können; ich wurde gerufen und traf bei meiner Ankunft den Kranken hinter dem Tische, von zwei andern Knechten gehalten, furchtbar tobend, und gegen seinen, ebenfalls im Zimmer anwesenden Bruder die heftigsten Drohungen ausstoßend, nach dessen Entfernung er auch wirklich ruhiger wurde und meine an ihn gerichteten Fragen so ziemlich ruhig beantwortete. Schon am Tage vorher hatte er einen ähnlichen, ungefähr eine Stunde dauernden Anfall und im darauffolgenden lichten Zustande geäußert, daß er gar keinen Groll auf seinen Bruder habe, und daß ihm sein Toben gegen denselben während seines Anfalles ganz unbegreiflich sei. Da ich bei der genauesten Untersuchung des Kranken nichts Abnormes wahrnehmen konnte, als eine wahrhaft auffallende Erweiterung der Pupille, so schloß ich auf Vorhandensein von Würmern und ordinirte ihm, dieser Ansicht zufolge, Anthelminthica, worauf in zwei Tagen eine sehr große Anzahl von Spulwürmern in ganzen Klumpen abgingen und hierauf diese Anfälle für immer verschwanden. Dieser Fall ist wieder ein neuer Beleg für den innigen Zusammenhang zwischen Gehirn und Darmcanal, welcher nur durch das Nervensystem vermittelt wird, und wie eine krankhafte Affection des Darmcanals Erweiterung oder Verengerung der Iris hervorzurufen im Stande ist, ebenso ruft sie auch Schwindel, Taumel, Ohrensausen, Mangel des Sehvermögens und sogar psychische Störungen hervor.

Weniger bedeutend, als das Gehirn, wird das Rückenmark vom Darmcanal aus afficirt, obgleich bei einzelnen Menschen oft geringe Affectionen des Darmcanals fieberhafte Reaction hervorrufen; häufiger trifft man bei krankhaften Affectionen der Magennerven Empfindlichkeit des siebenten und achten Brustwirbels, eine Erscheinung, welche durch den Nervus splanchnicus major, dessen Centrum das mittlere Brustmark ist, vermittelt wird.

Daß eine krankhafte Affection der Vagusverzweigungen im Magen Herz und Lungen leicht in Mitleidenschaft ziehen kann, ist durch den früher erwähnten Einfluß dieses Nerven auf die Bewegung des Herzens und die Respiration leicht erklärlich.

Bezüglich der Mitleidenschaft der Nieren bei der genannten Darmaffection ist vor Allem hervorzuheben, daß die Secretion und Beschaffenheit des Harns, besonders dessen Zusammensetzung, zunächst von der Verdauung abhängig ist. Ich selbst hatte schon wiederholt Gelegenheit, durch Ch. J. Shearman hierauf aufmerksam gemacht, in dem Urin solcher Kranken Zucker zu entdecken, welchen Letzterer selbst in 60 Fällen dieser Art beobachtete.

Der Grund des so häufigen Auftretens dieser Leiden liegt also, wie wir gesehen, zum Theil in den socialen Verhältnissen, die von manchen Menschen wirklich nicht umgangen werden können, obwohl man im Allgemeinen, wie ich mich aus vieljähriger Erfahrung selbst zur Genüge überzeugte, bestimmt die Behauptung aufstellen darf, daß von den meisten Menschen, ohne daß sie durch Verhältnisse dazu gezwungen werden, im Ganzen zu viel und zu mannigfache Nahrung genossen wird, wodurch also die Nerven des Magens täglich durch zu große Quantitäten gereizt werden, während die Nerven der tiefern Theile des Darmcanals theils durch die nicht gehörig verdauten Ueberreste der in zu großer Quantität in den Magen gebrachten Speisen, theils durch dadurch hervorgerufene krankhafte Secretionen, und besonders, wie wir gesehen haben, die der Leber, wieder irritirt werden.

Der Umstand, daß manche Menschen jahrelang täglich jene Quantitäten und Qualitäten von Nahrung zu sich nehmen, ohne irgend eine Beschwerde zu fühlen, bringt solche Menschen in der Regel nicht so bald auf die Ursache des einmal ausgebrochenen Leidens, bis sie, oft erst durch ihren Arzt darauf aufmerksam gemacht, sich vollkommen überzeugen, daß dieselben Speisen und Getränke, die sie bisher in großen Quantitäten ohne irgend eine Beschwerde täglich genießen konnten, nun die unbehaglichsten Gefühle hervorrufen.

Wie ich früher schon bemerkte, haben wir, wenn die genossenen Getränke eine allgemeine Aufregung und die verzehrten Speisen das Gefühl von Auftreibung im Magen, kurz die geringste Unbehaglichkeit mit darauf folgendem Unaufgelegtsein zu geistigen und körperlichen

Anstrengungen hervorrufen, schon einen Diätfehler begangen, und wenn ich hier an die Aufrichtigkeit eines Jeden appellire und frage, wie oft wohl dieses geschieht, so wird die aufrichtige Antwort hierauf sein, bei Manchen sehr oft, bei Vielen sogar täglich, und aus diesem Grunde ist in der gegenwärtigen Zeit das hieraus hervorgehende Heer von solchen krankhaften Affectionen so sehr um sich greifend; deßwegen ist es aber auch doppelte Pflicht des ärztlichen Standes, nach allen Kräften dahin zu wirken, daß nicht nur die Quelle dieser so verschiedenartig sich manifestirenden krankhaften Erscheinungen richtig erkannt und dadurch richtig behandelt wird, sondern auch die krankmachenden Ursachen soviel als möglich gehoben werden.

Noch weit mehr allerdings, als die genannten physischen Ursachen, wirken in dieser Beziehung die psychischen ein, und zwar um so verderblicher, als sie auf der einen Seite dem Arzte selten zugestanden werden, auf der andern Seite aber, auch zugestanden, ihre Entfernung nur zu oft weder in der Macht des Arztes, noch in der des Kranken liegt. Da, wie wir zum Theil schon gesehen, zum Theil noch sehen werden, die Function der Verdauung so sehr von dem Nerveneinflusse abhängig ist, so muß natürlich eine anhaltende Verstimmung des Gemüthes auf diese Innervation nachtheilig einwirken, wodurch also nicht nur die erste Verdauung der in den Magen gebrachten Stoffe Noth leidet, sondern auch, und zwar ganz besonders, die Secretion der Galle mehr oder weniger gestört und so die Quelle zur Irritation der betreffenden Nerven gelegt werden muß. Diese mehr moralisch als physisch einwirkenden Ursachen alle aufzuzählen, dazu ist natürlich hier nicht der Ort; ihre Zahl ist bekanntlich Legion, und die seit Jahren anhaltende Theurung der Lebensmittel und die dadurch bedingten Geschäftsstockungen, sowie der gegenwärtige Actien- und Börsenschwindel hat sie in gehörigem Maße vermehrt. Solche moralische Einflüsse zu entfernen, liegt nun allerdings nicht in der Macht des Arztes, und dennoch ist er im Stande, den Zustand eines solchen Kranken so zu erleichtern, daß derjenige, der sich über das hereingebrochene Unglück bisher fast zu Tode grämte, dasselbe mit Muth und Standhaftigkeit zu ertragen lernt, und zwar einzig und allein dadurch, daß er die bei seinem Kranken schon eingetretene Irritation der Nerven des Darmcanals durch eine passende Diät und eine richtige

Anwendung von Medicamenten zu mildern und zu entfernen sucht, und er wird gewiß finden, daß, je mehr diese schwindet, um so standhafter der Kranke das über ihn oder seine Familie wirklich hereingebrochene Unglück wird ertragen lernen, so daß der Arzt auch in solchen Fällen im Stande ist, Vieles zur Erleichterung seines Kranken beizutragen.

Was nun die Behandlung dieser Affectionen betrifft, so muß ich hier nach vielseitiger eigener Erfahrung namentlich Folgendes hervorheben: Das Erste und Nothwendigste bei der Uebernahme eines solchen Kranken ist die möglichst genaue Ausforschung der Ursachen, und in den bei Weitem meisten Fällen wird man allerdings fortgesetzte Diätfehler als die Ursache solcher Irritationen finden; wenn ich übrigens hier von Diätfehlern spreche, so muß ich dabei bemerken, daß ich hierunter nicht bloß die gröbsten dieser Art, nämlich abnorme Zusichnahme von Speisen und Getränken, sondern jede Mahlzeit verstehe, welche das Gefühl von Vollsein und Aufgetriebenheit in der Magengegend und Unaufgelegtsein zu geistigen und körperlichen Arbeiten zur Folge hat. Haben wir es dann mit den reinen Folgen von Diätfehlern zu thun, so ist wohl eine streng durchgeführte Diät das vorzüglichste Heilmittel; man erlaube dem Kranken als Getränk nur frisches Brunnenwasser und als Speise nur Gersten- oder Haferschleim und kuhwarme Milch, und selbst diese im Anfange nur in kleinen Quantitäten, mit welchen man nur allmählich steigt. Hat der Arzt die Ueberzeugung, daß die vorgeschriebene Diät streng durchgeführt wird, und verliert der Kranke die Geduld nicht, da Heilung mit bloßer Diät ihre Zeit erfordert, so kann man, wie ich mich selbst hinlänglich überzeugte, solche Affectionen durch bloße Diät ohne alle Medicamente zur Heilung bringen.

Anders verhält sich allerdings die Sache, wenn Sorgen, großer Kummer, überhaupt moralische Einflüsse, eingewirkt haben. Zwar ist auch hier die genannte Diät, streng durchgeführt, die conditio sine qua non der Behandlung, nur sind hier daneben auch Medicamente zur Verminderung der gesteigerten Sensibilität der afficirten Nerven um so nothwendiger, als wir auf der einen Seite in der Regel nicht im Stande sind, die einwirkenden moralischen Ursachen zu entfernen, welche die krankhafte Affection unterhalten, auf der andern Seite aber die Entfernung der gesteigerten Reizbarkeit

in den Nerven des Darmcanals um so nothwendiger ist, als es nur dadurch allein möglich ist, die nachtheiligen Folgen jener moralischen Einwirkungen möglichst zu beschränken.

Die Zahl der Medicamente zur Beseitigung solcher irritativen Zustände der Nerven des Darmcanals ist zwar klein, allein ihre Anwendung ist um so lohnender, als man von denselben bei gleichzeitig streng durchgeführter Diät die besten Erfolge zu erwarten hat. Was nun zunächst die Verminderung der gesteigerten Reizbarkeit dieser Theile betrifft, so wird diese gewiß durch kein Mittel leichter, besser und sicherer erreicht, vorausgesetzt natürlich, daß die passende Diät dabei beobachtet wird, als durch das salpetersaure Silberoxyd, was man im Anfange in kleinen Dosen, $1/_8$—$1/_6$ Gran, dann allmählich steigend, am besten in Solution gibt, ein Mittel, welches ich aus eigener, vielseitiger Erfahrung nicht genug empfehlen kann. Außer dem Silbernitrate sind es besonders Alkalien, und nach meiner Erfahrung besonders das Natron bicarbonicum in großen Dosen, welches hier sehr gute Dienste leistet; da das doppeltkohlensaure Natron bekanntlich nicht nur die freie Säure bindet, sondern auch erfahrungsgemäß bei Hyperämien der Mucosa des Darmcanals sehr günstig wirkt, und, abgesehen hievon, noch die alkalische Beschaffenheit des Blutes und dadurch auch den organischen Verbrennungsproceß darin vermehrt, so erscheint dieses Mittel hier um so geeigneter, als das Auftreten von Zucker im Urin und dessen verminderter Harnstoff, verbunden mit Verdauungsstörungen überhaupt, auf eine Verminderung des Stoffwechsels hinweist, wodurch auch der Verbrennungsproceß im Blute so vermindert ist, daß er zur Verbrennung des in der Leber vielleicht allerdings in zu großer Quantität gebildeten Zuckers nicht ausreicht und demzufolge dieser letztere durch den Urin ausgeschieden wird.

Ist auf diese Weise der Reizzustand in den Verdauungsnerven entfernt, dann gibt man Chinin, höchstens zu $1/_2$ Gran p. dosi und in Solution einigemal täglich; in diätetischer Beziehung neben Gerstenschleim Hühnerfleisch, oder Fleisch von jungen Tauben, worauf der Patient allmählich zu gutem Rindfleisch übergehen kann, jedoch immer nur in solchen Quantitäten, daß eine solche Mahlzeit weder Völle oder Aufgetriebenheit im Magen, noch Schläfrigkeit oder Unaufgelegtsein zum Arbeiten zur Folge hat.

Bezüglich der Abführmittel, welche bei diesen Affectionen im

Allgemeinen viel zu häufig und mit viel zu wenig Auswahl gegeben, aber manchmal doch nothwendig werden, muß ich hier vor allen reizenden zuerst warnen. Aus Erfahrung kann ich in dieser Beziehung die milchsaure Magnesia empfehlen, besonders die Aqua magnesiata (Magnesia alba in Kohlensäure gelöst), wo man zu 4 Unzen 1—1½ Drachmen Milchzucker beisetzt und wo sich dann der Milchzucker durch die Säure des Magensaftes in Milchsäure verwandelt und an die Magnesia tritt, während die Kohlensäure frei wird. Ebenso kann man auch die kohlensaure Magnesia mit Milchzucker geben. Außerdem Aloe-Extract, welches weniger den Magen und die obern Theile des Darmcanals reizt, sondern seine Wirkung vielmehr auf das Colon und Rectum ausbreitet, aber mit Narcoticis, entweder mit Extractum nucis Vomicae oder Extractum hyosciami; bei noch mehr entferntem Reizzustande Extractum rhei mit Aloe-Extract, äußerlich Contrastimulantia.

Dieses wäre nun meine eigene, auf vielseitige Erfahrungen sich stützende Ansicht über die hier näher bezeichneten Affectionen des Darmcanals; zum Schlusse sei es mir erlaubt, das Wesentlichste von den Ansichten und Erfahrungen des englischen Arztes Ch. J. Shearman hierüber noch kurz zu berühren. Die Anfangs vorhandenen Reizzustände und die öfters folgende Paralyse veranlaßten Shearman, das Wesen dieser Krankheitssymptome, analog den pathologischen Erscheinungen anderer centripetaler Nerven, für eine Neurose des Vagus zu halten, und dieser Ansicht gemäß war auch seine Behandlung eine erfolgreiche. Die Entdeckung Bernards über die Zuckerbildung in der Leber und seines Ueberganges in den Urin bei Reizung des Ursprungs des Vagus konnte ihn in seiner Ansicht nur bestärken und die eigene Beobachtung von 60 Fällen gaben ihm im Vereine mit den Beobachtungen und Versuchen anderer Aerzte Gelegenheit, folgende Schlußfolgerungen zu machen: 1) Eine der Functionen des Vagus besteht darin, dem Gehirn Mittheilungen über den Zustand des Magens zu machen. 2) Der Vagus kann hyperästhetisch und anästhetisch erkranken. 3) Die Hyperästhesie von Reizzuständen des Magens ist von veränderter Reflexaction der Respirations- und Kehlkopfsmuskeln und verstärktem Gefühl der Athmungsnothwendigkeit, die Anästhesie dagegen von Freßgier und verringertem Gefühl der Athmungsnothwendigkeit begleitet. 4) Beide Formen verlaufen nach den gewöhnlichen Gesetzen

der pathologischen Thätigkeit centripetaler Nerven und weichen einer rationellen Behandlung. 5) Beide haben veränderte Blutbildung zur Folge und die gewöhnlichen Rückwirkungen derselben auf die verschiedenen Organe, ferner irradiirte und Reflexbewegungen (Schwindel, Ohrensausen, Taubheit, Dyspnoë), reflectirte Muskelactionen, wie Epilepsie, Catalepsie und verschiedene Formen von Spasmen der Bronchien, der Intercostalmuskeln, des Zwerchfells u. dgl. 6) In beiden Fällen läßt sich Zucker im Urin nachweisen. 7) Hyperästhesie veranlaßt zunächst Störungen in der Urtheilskraft, dann des Gedächtnisses, der Vorstellungen und der Ideenverbindungen.

Shearman führt mehrere Fälle an, wo eine solche Affection nur die Folge von Kopfverletzung war und durch Argentum nitricum, Opium, Chinin und Liquor potassae (1 Drachme 3mal täglich) verschwand. Er glaubt, daß dieses Leiden an die Gegenwart einer reizenden Ursache im Verlauf des Vagus gebunden sei, so daß nach dem Gesetze der Excentrität die Erscheinungen besonders in den Terminalverzweigungen des Magens und der Lunge hervortreten. Die Blutbildung in der Leber wird alterirt und eine Zuckerart producirt, welche in der durch Gährung entstandenen Milchsäure unlöslich ist und zur Gewebebildung nicht gebraucht werden kann, daher Abmagerung und Verminderung der thierischen Wärme; die farblosen Blutkörperchen, auch des Lebervenenblutes, sind wahrscheinlich verändert, ebenso die gallebildenden Elemente, daher die secundäre Nutritionsstörungen. Die Erscheinungen in andern Gebieten des Nervensystems erklärt Shearman durch Irradiation.

Die therapeutische Aufgabe ist nach ihm folgende: 1) Die Sensibilität der afficirten Nerven zu verringern, was am besten durch Argentum nitricum oder muriaticum, Wismuth, Blausäure und Alkalien gelingt. 2) Nach Beseitigung der Hauptaffection oder bei nur functioneller Störung Nervina, Chinin. 3) Alkalien haben großen Werth, weil die alkalische Beschaffenheit des Blutes den Umsatz des Zuckers befördert, daher Liquor potassae (ʒj=4 Gran Cali caust.) drachmenweise genommen; es reducirt den Zucker im Urin und bringt wahrscheinlich das Blut in einen solchen Zustand, daß es, sobald durch Milderung des Vagus-Leidens die Leber ihre Function wieder erlangt hat, den Zucker zu transformiren vermag.

Die von Shearman und auch von mir beobachtete Thatsache,

daß bei Affectionen der Terminalverzweigungen des Vagus Zucker im Urin erscheint, führt nothwendig auf einen Zusammenhang zwischen den Vagus-Leiden und einer vermehrten Zuckerbildung hin, und auch Bernard, welcher bei Kaninchen nach Verletzung des Bodens der vierten Hirnhöhle Zucker im Harne fand, suchte zuerst die Ursprungsstelle des Vagus zu reizen, um den Einfluß dieser Reizung auf die Zuckerbildung in der Leber zu prüfen; allein R. Wagner fand, daß, wenn man die Reizung auf die Ala cinerea, bis zu welchen der Vagus verfolgt ist, beschränkte, kein Zucker im Harn erschien, immer aber, wenn die dem vordern Theile der Ala cinerea zunächst gelegene Partie gereizt wurde. Nun ist aber das Auftreten von Zucker im Harn die nächste Folge einer vermehrten Anhäufung desselben im Blute, da jede Vermehrung des im Blute normal vorhandenen Zuckers einen Durchtritt desselben durch die Nierencapillaren bedingt und zwar nach Becker schon, wenn der Zuckergehalt des Blutes auf 0,5% gestiegen ist. Bernard betrachtete diesen Diabetes für eine Folge der verletzten Vagus-Wurzeln, weil auch, was übrigens Schrader läugnet, nach Durchschneidung der Vagi Diabetes auftritt. Daß aber die Vagus-Durchschneidung den Diabetes begünstigt, geht schon daraus hervor, daß, weil die normale Zersetzung des Zuckers im Blute ein Oxydationsproceß ist und durch die Vagus-Durchschneidung die Respiration, d. h. die Sauerstoff-Aufnahme herabgesetzt wird, nothwendig auch die Zuckerzersetzung beschränkt werden muß.

Auch Kühne und Schiff haben bei Fröschen Zucker im Harn erzeugt, indem sie den von Bernard angegebenen sogenannten Diabetesstich ausführten. Kühne fand nach den Sections-Ergebnissen einer großen Anzahl von Versuchen, daß die durch den Stich zu treffende Gegend der Rautengrube ungefähr der Höhe des ersten Halsnerven entspricht und auf jeder Seite eine Ausdehnung von etwa $2\frac{1}{2}$ Mm. Länge und 1 Mm. Breite besitzt. Schiff bezeichnet als die obere Grenze den Anfang des obern Drittheils des verlängerten Markes, als die untere aber die Gegend des Rückenmarks, welche dem untern Rand des dritten Wirbels entspricht, er fand also eine größere Ausdehnung nach unten. Auf die von Kühne mittelst einer Nadel je auf einer Seite durch den Atlas ausgeführten Operation, waren die Thiere nur in den ersten Minuten afficirt, erholten sich aber bald vollständig wieder; Schiff stach zwischen dem

zweiten und vierten Wirbel ein und zerstörte neben der zu verletzenden Stelle zugleich auch den untern Theil des Rückenmarks, um Ansammlung des Harns zu bewirken. Nach Verlauf von durchschnittlich 4—5 Stunden, frühestens 2 Stunden, trat Zucker im Harne auf, welcher, nach vorherigen Controlversuchen durch die Fehlingsche Flüssigkeit, aber auch durch Gährung nachgewiesen wurde. Die Harnsecretion war dabei vermehrt und der sonst neutrale Harn reagirte sauer. Die Zucker-Ausscheidung dauerte wenigstens vier, längstens fünf Tage, so daß also sowohl der spätere Eintritt als die längere Dauer des künstlichen Diabetes die Versuche bei Fröschen von den bei warmblütigen Thieren unterscheidet. Da nach Moleschotts Erfahrungen den Fröschen die Leber leicht exstirpirt werden kann, so hatte Schiff seine Versuche an Fröschen namentlich in der Absicht angestellt, um über den Ort der Zuckerproduction beim künstlichen Diabetes etwas erfahren zu können. Bei einer Anzahl gleich großer Frösche erzeugte er zu diesem Zwecke den Diabetes und band dann bei der einen Hälfte der Thiere die Leber vollständig ab, während bei der andern Hälfte nur die bis auf das Zuziehen der Fadenschlinge nothwendigen Operationen gemacht wurden. Bei den erstern erschien nach etwa drei Stunden, aber in sehr vermindertem Maße, Zucker im Harn, dann verschwand der Zucker; bei den andern, bei welchen also die Leber nicht abgebunden war, dauerte der Diabetes, wie gewöhnlich, bis zum vierten Tage, woraus hervorgeht, daß jener Zucker doch in der Leber gebildet wird. Nun unterband Schiff bei einer Anzahl von Fröschen, nachdem der Diabetesstich gemacht war, verschieden große Theile der Leber und fand, daß hierauf der Diabetes nach fünf Stunden dauernd aufhörte, obwohl in dem Rest der Leber die Zuckerbildung und die Zuckereinfuhr in's Blut nicht gestört war. Hätte der Piquure die normale Zerstörung des Zuckers im Blute inhibirt, so hätte der Diabetes, wenn auch vermindert, doch bis zum vierten Tage andauern müssen; da aber der Zucker aus dem Harn verschwand, so schließt Schiff, daß die Folge des Diabetesstichs vermehrte Zuckerbildung in der Leber bei normalen Zerstörungsvorgängen ist, so daß die in dem Rest der vermehrt producirenden Leber erzeugte Zuckermenge wieder völlig zerstört werden konnte. Der Zuckergehalt der Lebervenen von zwei Fröschen, bei denen nach Unterbindung einer möglichst kleinen Partie der Leber der Diabetes aufgehört hatte, war wenigstens nicht kleiner,

als der Zuckergehalt der Lebervenen von fünf gleich großen gesunden Fröschen. Schiff erinnert daran, daß das Ergebniß über das Wesen des künstlichen Diabetes damit übereinstimmt, daß Becker nach jener Operation nicht Verminderung, sondern eine schwache Vermehrung der Kohlensäure-Exspiration gefunden.

Stokvis sucht die Ursache des Diabetes in der verhinderten Zerstörung des Zuckers und der schnellern Blutcirculation in der Leber, also nicht in der vermehrten Zuckerbildung, und führt als Beweis für seine Ansicht die Thatsache an, daß die Respiration bei Reizung der centralen Stümpfe der durchschnittenen Vagi in der Inspirationsphase stillstehe, was auf der einen Seite die Zerstörung des Zuckers in den Lungen hindere, auf der andern den Blutstrom durch die Leber nach dem Herzen beschleunige. Nach Stokvis tritt nämlich nach Durchschneidung der Vagi keine Verminderung des Zuckers ein, sobald die Vagi in der Brusthöhle dicht am Zwerchfell durchschnitten werden, so daß die Durchschneidung am Halse in dieser Beziehung nur indirect durch die Störung des Kreislaufs und des Athmens wirke. Stokvis unternahm deßwegen quantitative Zuckerbestimmungen der Leber unter jenen Umständen und gab zu diesem Zwecke zwei Kaninchen, nachdem sie 24 Stunden gefastet hatten, dieselbe Nahrung. Zwei Stunden nach der Mahlzeit wurde bei dem einen Thier der rechte Vagus durchschnitten und dessen centrales Ende 25 Minuten lang mit einigen Unterbrechungen durch Inductionsströme gereizt; nach der Tödtung der beiden Thiere enthielt die Leber des operirten Thieres nur Spuren von Zucker, während die des andern 2,17% enthielt. Von zwei weitern Kaninchen, welche ebenfalls 24 Stunden gefastet und dann dieselbe Nahrung erhalten hatten, wurden dem einen beide Vagi am Halse durchschnitten und hierauf das Thier sich selbst überlassen; bei dem zweiten wurde nach derselben Operation ein mit Unterbrechungen eine halbe Stunde dauernder galvanischer Strom durch das centrale Ende der Vagi geleitet; vier Stunden nach der Mahlzeit, also nach Vollendung dieser letzten galvanischen Reizung, wurden beide Thiere getödtet, und die Leber des erstern enthielt 0,62, die des letztern 0,34% Zucker, während der Harn von beiden keine Spur von Zucker enthielt, wobei übrigens Meißner mit Recht bemerkt, daß, um Schlüsse aus diesen Beobachtungen über den Zuckergehalt der Leber unter jenen Umständen ziehen zu können, noch die gleich-

zeitige Untersuchung des Zuckergehaltes des Lebervenen-Blutes nöthig wäre.

Betrachten wir nun die in Vorstehendem angeführten Versuche über den Einfluß des Vagus auf den Stoffwechsel genau, so ergeben sich hierüber folgende Resultate:

1) Der Vagus ist der wichtigste Nerv in Beziehung auf den Stoffwechsel, indem er, in Verbindung mit dem Accessorius, nicht nur die Muskeln des weichen Gaumens, des Rachens, der Speiseröhre und des Magens mit motorischen Fasern versieht, sondern auch die des Kehlkopfs, der Trachea und der Bronchien, sowie er mit seinen sensiblen Fasern auch die Respirationsorgane versieht und endlich durch seine Rami cardiaci die Bewegung des Herzens regulirt.

2) Die Innervation des Herzens ist eine ganz andere, als die der übrigen Muskeln, und das Herz besitzt eigene Nervencentra, welche ihm, den übrigen Nervencentris gegenüber, eine gewisse Unabhängigkeit vindiciren.

3) Der Vagus ist nicht der motorische Nerv des Herzens, sondern die motorischen Herznerven entspringen aus den genannten Centris.

4) Das Centrum der eigentlichen motorischen Herznerven und der die rhythmische Bewegung hervorrufenden Ganglienzellen liegt in den Vorhöfen, während die in den Ventrikeln liegenden Ganglienzellen nur die Reflexbewegung auf äußere Reize zu Stande bringen.

5) Ein durch die Medulla oblongata gehender ununterbrochener Strom hat bald Aufhören der Herzpulsation zur Folge.

6) Die Medulla oblongata wirkt durch den Vagus auf die Herzbewegungen ein.

7) Die Wirkung der Medulla oblongata durch die Vagi auf den Herzmuskel ist eine lähmende und steht der Wirkung derjenigen Nerven gleichsam entgegen, welche die Contraction des Herzmuskels hervorrufen.

8) Die Rami cardiaci des Vagus inseriren sich in dieselben Ganglienzellen des Vorhofes, aus welchen gleichzeitig die motorischen Herznerven entspringen, wodurch sie in den Stand gesetzt werden, lähmend auf die letztern einzuwirken.

9) Die rhythmische Bewegung des Herzens entsteht also dadurch,

daß die Rami cardiaci des Vagus die Fortleitung der in diesen Ganglienzellen entstandenen motorischen Erregung momentan aufheben.

10) Reizung der peripherischen Enden der durchschnittenen Vagi bewirkt einen Stillstand des Herzens in Diastole.

11) Der Vagus vernichtet übrigens die bewegenden Kräfte des Herzens nicht, sondern verhindert sie nur momentan, den Muskeln Bewegungs-Impulse zuzusenden, so daß während der Thätigkeit der Vagi sich die Reizbarkeit des Herzens ansammeln kann, um sich nachher durch eine kräftigere Zuckung zu entladen.

12) Der Vagus ist also der Regulator der Herzbewegungen.

13) Nach Durchschneidung der Vagi am Halse nimmt die Zahl der Athemzüge ab und zwar durchschnittlich um $^7/_{10}$, welche Abnahme sich aber bis auf $^1/_2$ vermindert, wenn eine Luftröhrenfistel angelegt wird.

14) Während sich die Athemzüge nach der Vagus-Durchschneidung vermindern, nimmt die Zahl der Herzschläge zu und zwar um 38%.

15) Selbst Durchschneidung eines Vagus bewirkt Verlangsamung des Athmens.

16) Der Vagus wirkt reflectorisch auf die Athembewegungen in der Medulla oblongata.

17) Das Centralorgan der Athembewegungen liegt in der Medulla oblongata, an der Spitze des Calamus scriptorius, und besteht in einer kleinen Portion grauer Substanz, welche, verletzt, sogleich alle Athembewegungen aufhebt.

18) Die Erregung der motorischen Nerven der Respirationsmuskeln erfolgt von diesem, aus Ganglienzellen bestehenden, Centralorgane.

19) Die rhythmische Bewegung beim gewöhnlichen Athmen erfolgt dadurch, daß von diesem Centralorgane aus nur die Inspirationsmuskeln zu activer Thätigkeit gereizt werden, während die Exspiration mehr passiv erfolgt.

20) Der Vagus steht in ganz besonderer reflectorischer Beziehung zu den Nerven der Athemmuskeln.

21) Von einem Vagus kann auf die Rami cardiaci des andern nicht reflectorisch gewirkt werden.

22) Weil die Ganglienzellen, aus denen die Ursprungsfasern

des Vagus hervorgehen und die an der Spitze des Calamus scriptorius liegenden Zellen des Centralorgans der Athembewegungen durch Commissurenfasern mit einander in Verbindung stehen, so kann eine beschleunigte Athembewegung durch Reizung verschiedener Organe hervorgerufen werden, und der Reiz wird in solchen Fällen von einer sensiblen Faser reflectorisch auf die motorischen Respirationsnerven übertragen.

23) Auf die Durchschneidung der Vagi wird die Respiration nur verlangsamt, sie hört aber nicht ganz auf.

24) Wird der Vagus in seinem peripherischen Ende erregt, so leitet er diese Erregung centripetal zu den Centralganglienzellen der Athembewegungen, um dort die motorische Erregung zu unterstützen, daher müssen auch nothwendiger Weise, wenn diese Unterstützung durch die Vagus-Durchschneidung wegfällt, die Athembewegungen langsamer werden.

25) Die Durchschneidung der **Nervi recurrentes** überleben die Thiere länger, als die der beiden Vagi.

26) Nach der Vagus-Durchschneidung findet man das Lungengewebe immer anders verändert, als nach der Durchschneidung der **Recurrentes**, in beiden Fällen aber findet man Speisereste sowohl in der Luftröhre als in den Choanen.

27) Fremde Körper in der Luftröhre sind aber nicht die Ursache der Veränderung des Lungen-Parenchyms nach der Vagus-Durchschneidung.

28) Die Hauptursache des nach der Vagus-Durchschneidung eintretenden Todes besteht in Blutüberfüllung der Lungen, weil wegen Lähmung des Kehlkopfs und der Bronchien, sowie der verminderten Respirationsthätigkeit überhaupt, die Luft nicht in gehöriger Menge in die Lungen eintreten kann, wozu auch die dadurch hervorgerufene Störung der Herzthätigkeit, welche nach dieser Durchschneidung um 38% zunimmt, das ihrige beiträgt.

29) Die Lungen-Affection nach der Vagus-Durchschneidung ist verschieden von der Pneumonie und verschieden von der sogenannten Hepatisation.

30) Die auf die Vagus-Durchschneidung erfolgende Lungenveränderung hat die meiste Aehnlichkeit mit der sogenannten Atelectasie, d. h. einem Stehenbleiben der Lungen nach der Geburt auf dem Stand der Fötus-Lunge.

31) Das nach der Vagus-Durchschneidung in den Lungen auftretende vesiculäre Emphysem ist die Folge der großen Athemnoth, weil die Inspiration die Exspiration bedeutend überwiegt.

32) Auf die Durchschneidung der **Recurrentes** nimmt die Zahl der Athemzüge zwar auch etwas ab, aber nicht so, wie bei der Vagus-Durchschneidung.

33) Die Veränderung des Lungen-Parenchyms nach der Durchschneidung der **Recurrentes** hat die meiste Aehnlichkeit mit einer catarrhalischen Broncho-Pneumonie, und dieselbe ist bei dieser Durchschneidung nur die Fortsetzung einer ursprünglichen Bronchial-Affection, hervorgerufen durch Eindringen von Speiseüberresten, Speichel, Schleim u. dgl. in die **Trachea**.

34) Die Durchschneidung beider **Recurrentes** zieht heftigere Folgen nach sich, als die Durchschneidung eines **Vagus**, aber nicht so heftige, als die Durchschneidung beider **Vagi**, und Thiere mit durchschnittenen **Recurrentes** können noch wochenlang leben.

35) Durchschneidung beider **Vagi** hat jedesmal bedeutende Veränderung im Gaswechsel zur Folge und zwar auf folgende Art: a) Im Verhältniß zur ausgeschiedenen Kohlensäure ist der aufgenommene Sauerstoff wirklich vermehrt. b) Die Kohlensäure-Ausscheidung nimmt ab und zwar im Gesammtmittel um $14\frac{1}{2}\%$, doch ist bei einer gleichzeitigen Luftröhrenfistel die Abnahme der absoluten Menge von Kohlensäure um Vieles geringer. c) Die Abnahme der Kohlensäure ist um so größer, je längere Zeit seit der Operation verstrichen ist und dem zufolge unmittelbar vor dem Tode am größten. d) Die durchschnittliche Sauerstoff-Aufnahme steigt ungefähr um $\frac{1}{6}$—$\frac{1}{7}$, während die mittlere Kohlensäure-Ausscheidung fast um ebensoviel abnimmt.

36) Auch bei der Durchschneidung beider **Recurrentes** wird relativ mehr Sauerstoff aufgenommen, jedoch nicht soviel, als nach der Durchschneidung beider **Vagi**, und dieser Sauerstoff-Aufnahme parallel vermehrt sich auch die Stickstoff-Ausscheidung.

37) Die Abnahme der Temperatur im Mastdarm nach der Durchschneidung beider **Vagi** beträgt im Gesammtmittel 2^0 C.

38) Der **Vagus** trägt zur peristaltischen Bewegung des Magens bei, jedoch nicht allein, indem auch die aus dem **Plexus coeliacus** entspringenden Fasern hiezu mitwirken, so daß die peristaltischen Bewegungen des Magens erst dann aufhören, wenn

sowohl der Vagus durchschnitten, als auch der Plexus coeliacus exstirpirt ist.

39) Auf seinem Wege vom Halse bis zum Zwerchfell nimmt der Vagus noch neue Fasern auf, welche theils vom Grenzstrang im Thorax, theils von den um den Oesophagus liegenden Ganglienzellen entspringen.

40) Eine weitere Folge der Vagus-Durchschneidung ist eine bedeutende Veränderung der Schleimhaut des Magens und der des obern Theiles des Duodenums.

41) Nach der Exstirpation des Plexus solaris wird zwar auch noch ein saurer Magensaft abgesondert, aber die Schleimhaut des Magens und die der obern Hälfte des Dünndarms wird hyperämisch und ulcerirt und stärker verändert, als bei der Vagus-Durchschneidung. Auf die Bewegung des Magens, die Secretion des Magensaftes und die Verdauung der Eiweißkörper hat die Exstirpation dieses Plexus keinen Einfluß.

42) Nach der Vagus-Durchschneidung und gleichzeitiger Exstirpation des Plexus coeliacus hört nicht nur die peristaltische Bewegung des Magens vollkommen auf, sondern auch die Secretion eines sauern Magensaftes, und die Veränderungen der Schleimhaut sind sehr bedeutend.

43) Nach der Durchschneidung der um die Arteria mesenterica gelegenen Nerven wird nicht nur ein saurer Magensaft abgesondert, sondern die peristaltische Bewegung des Magens geht auch fort, aber die Schleimhautveränderungen erstrecken sich über den ganzen Dünndarm bis zum Coecum.

44) Die vasomotorischen Fasern für die Gefäße der Schleimhaut des Darmcanals gehen sowohl vom Grenzstrang als vom Plexus coeliacus aus, sowie auch der Vagus auf seinem Wege vom Halse bis zum Zwerchfell solche Fasern für die Gefäße der Schleimhaut des Magens und des Duodenums erhält.

45) Vom Grenzstrang gehen vasomotorische Fasern zu allen Theilen des Darmcanals, und diese kommen theils aus dessen Ganglien, theils aus den untern Spinalganglien.

46) Die Veränderung des Magensaftes nach der Vagus-Durchschneidung scheint nicht die Folge von Circulations-Störungen zu sein.

47) Die Gefühle von Hunger und Durst werden durch den

Vagus vermittelt und eine Function dieses Nerven besteht darin, dem Gehirn Mittheilungen über den Zustand des Magens zu machen.

48) Affection der Terminalzweige des Vagus bedingt Zuckergehalt im Urin, sowie bei Verletzung des Bodens der vierten Hirnhöhle Zucker im Urin erscheint.

49) Reizung der Ursprungsstelle des Vagus in der Ala cinerea veranlaßt kein Auftreten von Zucker im Harn, wohl aber eine solche der dem vordern Theile der Ala cinerea zunächst gelegenen Partie.

50) Auch Vagus-Durchschneidung begünstigt das Auftreten von Diabetes.

51) Die für den sogenannten Diabetesstich günstigste Gegend liegt zwischen dem Anfang des obern Drittheils der Medulla oblongata und der Gegend des Rückenmarks, welche dem untern Rande des dritten Wirbels entspricht.

52) Das Auftreten von Zucker im Urin nach dem Diabetesstich ist die Folge einer vermehrten Zuckerbildung in der Leber.

53) Daß übrigens bei der Vagus-Durchschneidung am Halse die dadurch hervorgerufenen Respirationsstörungen auf das Erscheinen von Zucker im Harne einen nicht unbedeutenden Einfluß haben, unterliegt keinem Zweifel.

Rückenmarksnerven.

Nachdem wir nun im Vorstehenden die vom Gehirn aus entspringenden Nerven sowohl bezüglich ihres anatomischen Verlaufes, als namentlich ihres so wichtigen Einflusses auf den Stoffwechsel einer nähern Betrachtung unterworfen, erübrigt noch, auch die Rückenmarksnerven und das sympathische Nervensystem, dem Zwecke unserer Abhandlung gemäß, näher zu betrachten.

Unter Rückenmarksnerven versteht man bekanntlich jene Nerven, welche mit ihrem Central-Ende mit dem Rückenmark zusammenhangen und aus dem Rückenmarkscanale durch die Oeffnungen der Wirbelsäule hervortreten. Es sind 32 Paare, von welchen der oberste zwischen dem Kopfe und dem ersten Halswirbel, der letzte zwischen dem ersten und zweiten Stück des Steißbeins hervortritt,

während die übrigen durch die Foramina intervertebralia und sacralia herauskommen. Nach ihrem Hervortreten werden sie in 8 Halsnerven, 12 Brustnerven, 5 Lendennerven, 5 Kreuzbeinnerven und 2 Steißbeinnerven eingetheilt.

Wie wir bei der Beschreibung des Rückenmarks weiter oben gesehen, entspringen, mit Ausnahme des ersten Hals- und fünften Sacralnerven, alle Spinalnerven, mit zwei, durch das Ligamentum denticulatum getrennten Wurzeln. Während sich nun jede Wurzel in ihrem Verlauf allmählich der andern nähert, tritt noch jede für sich durch eine Oeffnung der Dura mater und nach dem Durchtritt durch diese schwillt dann jede hintere Wurzel zu einem länglichrunden, röthlichen Ganglion spinale an, welches, von der Dura mater locker umgeben, wie wir gesehen, bei den Kreuz- und Steißbeinnerven noch innerhalb des Wirbelcanals, bei den übrigen am Ausgange des Foramen intervertebrale sich befindet. Die vordere Wurzel läuft an der vordern Fläche des Spinalganglions in einer Rinne dahin, ohne übrigens zur Bildung des Ganglion selbst etwas beizutragen, und vereinigt sich erst am äußern Ende desselben mit der hintern Wurzel zu einem Stamme, welcher dann von einer gemeinschaftlichen Scheide umgeben wird. Nach Fäsebeck wird die hintere Wurzel, sobald sie aus dem Ganglion spinale hervorgekommen ist, in der Mittellinie von der vordern Wurzel durchbohrt, so daß eine völlige Kreuzung beider Wurzeln entsteht, und die hintere Wurzel nach dieser Kreuzung nach vorn, die vordere nach hinten läuft. Während des Durchganges der vordern Wurzel durch die hintere erhält die erstere 1—2 Fäden von der letztern, sowie die letztere von der erstern ebenfalls 2 Fäden erhält.

Ueber die Verbindung des Grenzstranges der Sympathicus mit den Spinalnerven durch die sogenannten Rami communicantes wird weiter unten beim sympathischen Nervensystem das Nöthige gesagt werden.

Jeder Rückenmarksnerv spaltet sich in einen vordern und einen hintern Ast; die, mit Ausnahme der beiden ersten Halsnerven, viel größern vordern Aeste versehen den Rumpf an seinem vordern und seitlichen Umfange, sowie die Extremitäten mit Nerven, und, mit Ausnahme der Brustnerven, hängt jeder dieser vordern Zweige mit dem nächsten höher und tiefer liegenden Spinalaste durch einen auf- und einen absteigenden Zweig zusammen, so daß Schlingen zwischen

ihnen gebildet werden, aus welchen dann mehrere Zweige entspringen, welche sich zu einem Geflechte vereinigen. Wie schon bemerkt, machen nur die vordern Zweige der Brustnerven hievon eine Ausnahme, indem diese als Intercostalnerven in den Zwischenräumen der Rippen verlaufen.

Die, mit Ausnahme der beiden ersten, viel kleinern hintern Aeste der Spinalnerven versehen die hintere Seite des Rumpfes mit Zweigen.

I. Halsnerven.

Die Halsnerven, Nervi cervicales, bilden 8 Paare, von welchen der erste zwischen dem Hinterhauptbein und dem Atlas, der letzte zwischen dem ersten Rücken- und siebenten Halswirbel hervortritt, während die übrigen durch die **Foramina intervertebralia** hervorkommen.

Die vordern Aeste der vier obern Halsnerven, welche viel schwächer, als die der vier untern sind, bilden unter einander Schlingen, aus welchen Nerven entspringen, die sich zum *Plexus cervicalis* vereinigen und mit dem Nervus vagus, dem **Ramus descendens nervi hypoglossi**, dem **Ganglion supremum** und **medium** des **Sympathicus**, dem Nervus **hypoglossus** und dem **Plexus brachialis** in Verbindung stehen.

Die hintern Aeste dieser vier obern Halsnerven, von welchen die zwei ersten besonders stark sind, verbreiten sich in die Nackenmuskeln.

Dieses vor dem dritten und vierten Halswirbel liegende und vom Muscul. **sternocleido-mastoideus** bedeckte Halsgeflecht, *Plexus cervicalis*, steht mit den eben genannten Nerven in Verbindung, und wird gebildet von dem **Nervus cervicalis primus, secundus, tertius** und **quartus**.

Der erste Halsnerv, welcher nur mit einer Wurzel entspringt, tritt mit seinem vordern Aste unter der **Arteria vertebralis** hinweg, schickt einen Zweig zum Kopfgelenk, sowie zu den **Mm. recti capitis antici, lateralis** und **anticus minor**, und bildet dann mit dem vordern Aste des zweiten Halsnerven die erste Schlinge, aus welcher die Verbindungsfäden zu den oben genannten Nerven entspringen. Der hintere stärkere Ast dieses Nerven spaltet sich in

Zweige, welche zu den Mm. obliqui, rectus capitis post. major, complexus und biventer gehen.

Der zweite Halsnerv, welcher stärker ist, als der erste, spaltet sich unter dem M. obliquus capitis inf. in einen vordern und einen hintern Ast. Der *Ramus anterior* gibt kleine Zweige zum M. scalenus medius, intertransversalis primus, rectus capitis antic. major und dem Ganglion supremum Nervi sympathici ab und hilft dann durch einen aufsteigenden Ast die Ansa cervicalis I. und durch einen absteigenden die Ansa cervicalis II. bilden. Sein *Ramus posterior*, welcher weit stärker als der vordere ist, gibt Zweige zu den Mm. trachelomastoideus, complexus, splenius capitis, semispinalis colli und multifidus spinae, und geht dann als *Nervus occipitalis magnus* nach hinten in die Höhe, durchbohrt die Mm. biventer und cucullaris und spaltet sich in zwei Zweige, welche zur Haut des mittlern Theiles des Hinterkopfes und zum M. occipitalis gehen.

Der dritte Halsnerv spaltet sich nahe am Foramen intervertebrale in einen vordern und einen hintern Zweig. Sein *Ramus anterior* schickt Zweige zum M. scalenus medius, longus colli, Ganglion supremum sympathici, und spaltet sich in einen obern Verbindungszweig und einen untern; der obere verbindet sich mit dem vordern Aste des zweiten Halsnervens zur Ansa cervicalis II, und schickt Zweige zum Ramus descendens Nervi hypoglossi, zum M. splenius colli, levator scapulae und Nervus accessorius; neben diesen Zweigen entspringt von ihm noch der *Nervus occipitalis minor*, welcher zum seitlichen Theile des Hinterhauptes in die Höhe steigt und sich hier in der Haut und den Mm. occipitalis und retrahentes auriculae verästelt, nachdem er zum obern Theile des äußern Ohres, zur Haut und zum M. attollens noch den Nervus auricularis posterior abgegeben. Der untere Verbindungszweig des vordern Astes des dritten Halsnerven bildet mit dem vierten Halsnerven die Ansa cervicalis III, aus welcher Zweige zum M. levator scapulae und Ganglion supremum, außerdem aber mehrere Zweige zur Bildung des *Plexus cervicalis* abgehen. Aus diesem Plexus cervicalis nun entspringen folgende drei Nerven: 1) Der *Nervus auricularis magnus;* er entspringt mit mehreren Wurzeln, schlägt sich um den M. sternocleido-mastoideus herum und steigt dann auf der Parotis zum

Ohre in die Höhe, schickt einen Zweig zur Parotis und zur Haut über derselben und verästelt sich am untern Umfange des äußern Gehörganges und zur Haut der vordern und hintern Seite des Ohres. 2) Der *Nervus subcutaneus colli medius* schlägt sich ebenfalls um den M. sternocleido-mastoideus nach vorn und spaltet sich in zwei Zweige, die sich an die innere Fläche des M. platysma-myoides und zur Haut des Halses begeben, während 3) der *Nervus subcutaneus colli inf.* ebenfalls zur Haut des Halses geht, sich aber noch tiefer bis zum Manubrium sterni herab erstreckt.

Der hintere Ast des dritten Halsnerven gibt Zweige zu den Mm. transversalis cervicis, complexus, splenius capitis, multifidus spinae, und geht dann durch den M. cucullaris in die Haut der mittlern Nackengegend.

Der vierte Halsnerv spaltet sich, nachdem er sich mit einem Zweige des Sympathicus verbunden, in einen vordern und hintern Ast. Der Ramus anterior geht abwärts und schickt Zweige zu den Mm. rectus capitis ant. major, longus colli, scalenus medius, levator scapulae und zum Ganglion supremum oder medium n. sympathici, vereinigt sich dann durch einen absteigenden Ast mit dem fünften Halsnerven zur Ansa cervicalis IV, aus welcher in der Regel der Zwerchfellnerv, *Nervus phrenicus*, entspringt, welcher vor dem Plexus brachialis zur Brusthöhle herabläuft, und sich hier zum Cavum mediastini antici wendet, wo er zwischen dem Pericardium und der Pleura zur obern Fläche des Zwerchfells läuft und sich hier strahlenförmig verbreitet. Ein Zweig desselben, der Nervus phrenico-abdominalis, durchbohrt das Zwerchfell und tritt zum Plexus phrenicus des Sympathicus.

Weitere Aeste des vierten Halsnerven sind die Nervi supraclaviculares, und zwar anteriores, medii und posteriores, welche sich in der Haut der Clavicula, des großen Brust- und Deltamuskels, sowie in den Mm. cucullaris und omohyoideus endigen.

Der hintere Ast des vierten Halsnerven versieht die Mm. transversalis cervicis, multifidus spinae, biventer, trachelomastoideus, complexus und semispinalis colli mit Zweigen und endet in der Haut der untern Nackengegend.

Die vordern Aeste der vier untern Halsnerven sind viel stärker, als die der obern, und jeder erhält, noch ehe er sich in einen

vordern und hintern Ast spaltet, einen Verbindungszweig vom Ramus vertebralis des Sympathicus; diese vordern Aeste geben zuerst Zweige zu den Mm. scalenus anticus und medius und den Intertransversal. posticis, sowie zum Ganglion medium und infimum n. sympathici ab, fließen dann zusammen und bilden den *Plexus brachialis.*

Der erste dieser vier untern Halsnerven, nämlich der fünfte Halsnerv, schickt von seinem vordern Aste kleine Zweige zum M. longus colli, rectus capitis ant. major, intertransversal. und scalenus medius, dann zur Bildung der Ansa cervicalis IV einen aufsteigenden Verbindungszweig zum vierten Halsnerven, sowie auch der weiter unten näher bezeichnete Nervus dorsalis scapulae aus ihm entspringt, und spaltet sich, nachdem er noch eine Wurzel zum Nerv. phrenicus, sowie einen Verbindungszweig zum Sympathicus abgegeben, in einen obern Ast, den unten näher bezeichneten Nervus suprascapularis, und in einen untern Ast, welcher mit dem sechsten Halsnerven die Ansa cervicalis V bildet.

Der hintere Ast des fünften Halsnerven versieht die Mm. transversalis, cervicalis descendens, trachelomastoideus, complexus, multifidus spinae, semispinalis und biventer cervicis mit Zweigen und endigt sich in der Haut des Nackens und den Mm. cucullaris und splenius capitis.

Der sechste Halsnerv hilft mit seinem vordern Aste, welcher noch die Mm. scalenus anticus und medius, intertransversal. mit Zweigen versieht, nach aufwärts die fünfte, nach abwärts die sechste Ansa cervicalis bilden, und aus ihm entspringen die weiter unten zu beschreibenden Nervi thoracicus post. subscapularis, axillaris und radialis.

Der hintere Ast dieses Nerven schickt Zweige zu den Mm. transversalis, descendens cervicis und trachelomastoideus, steigt dann zum zweiten Brustwirbel herab, dringt nach außen zum M. biventer und splenius capitis und endet in der Haut des Nackens und im Muscul. cucullaris.

Der siebente Halsnerv hilft mit seinem *Ramus anterior* die sechste und siebente Ansa cervicalis bilden, schickt Zweige zu den Mm. scalenus anticus, medius und intertransversales und gibt dann weiter die unten näher bezeichneten Nervi thoracici anteriores, den Nervus musculo-cutaneus und medianus ab.

Der hintere Ast desselben schickt Zweige zu den Mm. transversalis, complexus und descendens cervicis, steigt dann herab und durchbohrt den M. splenius capitis, serratus posticus sup. und verbreitet sich in der Haut über dem obern Theil des Schulterblattes, sowie in den Mm. cucullaris und rhomboideus.

Der achte Halsnerv bildet mit seinem vordern Aste und dem vordern Aste des ersten Brustnerven die achte Ansa cervicalis, aus welcher die Nervi cutaneus brachii internus und medius, sowie der Medianus entspringen.

Der hintere Ast desselben, der kleinste aller hintern Zweige, verbreitet sich entweder in die Mm. semispinalis cervicis und multifidus spinae, oder er erstreckt sich bis zur Haut über dem Schulterblatte.

Wie wir oben gesehen, bildet die fünfte, sechste, siebente und achte Ansa cervicalis der vordern Aeste der vier untern Hals- und des ersten Brustnerven den zwischen den Mm. scalenus anticus und medius und hinter der Arteria subclavia liegenden *Plexus brachialis*, welcher sich mit dieser Arterie in die Achselhöhle ziehend, in einen obern, *Pars supraclavicularis*, und einen untern, *Pars infraclavicularis* oder axillaris, zerfällt.

Die noch am Halse, oberhalb und hinter der Clavicula liegende *Pars supraclavicularis* hängt nach oben mit dem Plexus cervicalis zusammen, gibt die beiden untersten Wurzeln zum Nervus phrenicus ab und außerdem noch folgende Zweige:

1) Den *Nervus dorsalis scapulae;* er läuft schief abwärts, durchbohrt den M. scalenus medius, gibt Zweige zu den Mm. levator scapulae und serratus anticus major, und verzweigt sich in die Mm. rhomboidei und serratus posticus superior.

2) Der *Nervus suprascapularis;* er geht durch die Fossa supraclavicularis nach hinten und abwärts, dann mit der Arteria transversa scapulae durch die Incisura scapulae zur Fossa supraspinata, wo er sich in einen Nervus supraspinatus und infraspinatus spaltet, welche in die gleichnamigen Muskeln treten.

3) *Nervi thoracici posteriores*, ein bis zwei Stück, steigen hinter dem Plexus brachialis herab, durchbohren den M. scalenus medius und verästeln sich in den M. serratus anticus major.

4) *Nervi thoracici anteriores*, in der Regel drei Stück,

laufen hinter der Clavicula abwärts zu den vordern Brustmuskeln, nämlich den Mm. pectoralis major und minor.

5) *Nervi subscapulares*, ebenfalls drei Stück, laufen nach hinten zu den Mm. subscapulares, teres major, latissimus dorsi und serratus posticus inferior.

Aus dem untern Theile des Armgeflechtes, der *Pars axillaris* oder infraclavicularis, entspringen die Armnerven, welche theils der Haut, theils den Muskeln angehören; es sind folgende:

a) Hautnerven:

1) *Nervus cutaneus brachii internus;* der innere Hautnerven des Armes läuft zur innern Fläche des Oberarms herab, wo er Anfangs unter der Fascia liegt, in der Mitte desselben aber diese durchbohrt und sich theils in der Haut über dem M. triceps, theils in derselben bis zum Olecranon herab verästelt.

2) *Nervus cutaneus brachii medius;* er läuft vor dem Nervus ulnaris und medianus dicht unter der Fascia herab, gibt zuerst zwei Zweige zur Haut über dem M. biceps, begleitet dann eine Strecke weit die Vena basilica, durchbohrt die Fascia in der Mitte des Oberarms, um zur Haut zu gehen und spaltet sich, nachdem er zuerst Zweige zur Haut des Condylus internus und des Armbugs abgegeben, in einen *Ramus cutaneus palmaris*, dessen Aeste sich zur Haut der Mitte und des innern Randes des Unterarms verbreiten, und einen *Ramus cutaneus ulnaris*, welcher in der Haut am untern Ende der Ulna endet.

3) *Nervus cutaneus externus;* der äußere Hautnerv geht sogleich nach außen gegen die innere Seite des M. coracobrachialis, welchen er, nachdem er ihm einen Zweig abgegeben, durchbohrt, so daß er zwischen ihn und den Biceps zu liegen kommt; nachdem er hier zwei Zweige zu den beiden Köpfen des M. biceps gegeben, geht er zwischen diesem und dem Brachialis internus nach außen herab und spaltet sich in einen Muskel- und einen Hautast; der erstere, der *Ramus muscularis*, geht zum M. brachialis internus, der letztere, der *Ramus cutaneus*, läuft schief nach außen, durchbohrt die Fascia, kommt dann vor den M. supinator longus zu liegen, gibt hier einige Zweige zur Haut des Armbugs und an den Condylus externus, und spaltet sich dann in einen *Ramus internus*, welcher seine Zweige zur Haut der Handwurzel schickt, und in einen *Ramus externus*, dessen Zweige theils zur Streckfläche des

Vorderarms, theils zum Rücken der Hand gehen, wo sie sich mit dem Ramus dorsalis radialis verbinden.

b) Muskelnerven des untern Theils des Armgeflechtes:

1) *Nervus axillaris;* der Achselnerv geht hinter der Arteria axillaris nach hinten und um den hintern Theil des Oberarmknochens herum, so daß er zwischen den M. teres major, den Subscapularis und das Gelenk des Oberarms zu liegen kommt; in diesem Verlaufe gibt er zur Haut und den Drüsen der Achsel, zum Schultergelenk und zu den Mm. triceps, subscapularis und teres major Zweige, sowie zwei obere Hautnerven in die Haut über dem M. deltoideus, und verzweigt sich dann in diesen Muskel.

2) *Nervus medianus;* dieser Mittelarmnerv geht zuerst an der äußern Seite der Arteria axillaris und brachialis am M. biceps eine Strecke weit herab, wendet sich aber in der Mitte des Oberarms an der innern Seite der Arterie hinweg und tritt durch den Armbug zum Vorderarm, wo er durch den M. pronator teres tritt und zu den Mm. pronator teres, palmaris longus, flexor carpi radialis und flexor digitorum sublimis Zweige abgibt, sowie auch hier der Nervus interosseus internus aus ihm entspringt, welcher seine Aeste zu den Mm. flexor digitorum profundus, flexor pollicis longus und pronator quadratus schickt, in welch' letztem Muskel er auch endet. Der Stamm des Nervus medianus geht dann in der Mitte der Volarfläche des Vorderarms herab, spaltet sich in einen Ramus volaris externus und internus, welche unter dem Ligamentum carpi volare proprium hinweg zur Hohlhand treten, nachdem er noch vorher den Nervus cutaneus palmaris longus in die Haut der Hohlhand abgegeben. Während er unter dem Ligamentum carpi volare proprium durchgeht, verbindet er sich mit dem Ramus volaris nervi ulnaris und schickt einen Zweig zum M. abductor pollicis.

Der äußere Ast, der Ramus volaris externus, theilt sich wieder in einen vordern und einen hintern Zweig; der *Ramus anterior* gibt Zweige zu den Mm. flexor und abductor pollicis brevis, opponens pollicis, sowie zur Haut des äußern Randes der Hohlhand, und endet am äußern Rand des Daumens als *Nervus volaris radialis pollicis*, wo er bis zur Spitze läuft. Der *Ramus posterior* gibt einige kleine Zweige zur Haut der Hohlhand und zum ersten M. lumbricalis und endet als *Nervus digitalis volaris*

communis I, welcher sich in einen Nervus volaris ulnaris pollicis für den innern Rand des Daumens und einen Nervus volaris radialis indicis für den äußern Rand des Zeigefingers spaltet.

Der innere Ast, *Ramus volaris internus*, spaltet sich ebenfalls in einen vordern und einen hintern Zweig; der Ramus anterior gibt zuerst dem zweiten Lumbricalmuskel einen Zweig und setzt sich dann in den *Nervus digitalis volaris communis II* fort, welcher sich in einen Nervus ulnaris indicis für den innern Rand des Zeigefingers und den Nervus volaris radialis digiti III für den äußern Rand des Mittelfingers spaltet. Der *Ramus posterior* gibt dem dritten Lumbricalmuskel einen Zweig und endet als *Nervus digitalis volaris communis III*, welcher sich wieder in den Nervus volaris ulnaris digiti III für den innern Rand des Mittelfingers und den Nervus volaris radialis digiti IV für den äußern Rand des Ringfingers spaltet. Auf diese Weise erhalten die ersten drei Finger vom Nervus medianus einen Ramus radialis und einen Ramus ulnaris, nur der vierte erhält bloß einen Ramus radialis. Diese Nervi digitales volares gehen unter der Aponeurosis palmaris hinter dem Arcus volaris sublimis zu den Seiten ihrer Finger, an welchen sie bis zur Spitze laufen und sich mit sehr feinen Fädchen in der Haut und den Gefühlswärzchen endigen.

3) Ein weiterer Muskelnerv des untern Theiles des Plexus brachialis ist der Ellenbogennerv, *Nervus ulnaris;* er geht von dem innern Theile des Achselgeflechtes eine kurze Strecke an der innern Seite der Arteria axillaris und brachialis dicht hinter der Fascia herab, wendet sich dann nach innen und tritt durch die Rinne hinter dem Condylus internus zum Vorderarme, wendet sich am Vorderarm an die Volarfläche, läuft zwischen dem M. flexor carpi ulnaris und digitorum profundus gegen das Handgelenk und spaltet sich, ungefähr 2″ über diesem, in einen *Ramus volaris* und einen *Ramus dorsalis*, nachdem er einige Muskelzweige und den Nervus palmaris longus internus für die Haut des Ulnar-Randes abgegeben.

Der *Ramus volaris* des Ellenbogennerven geht zwischen den Sehnen des M. flexor carpi radialis und digitorum communis mit der Arteria ulnaris zur Handwurzel herab, gibt einen Zweig zum Handgelenk und tritt mit der Arterie unter dem Ligamentum carpi volare commune und dem M. palmaris brevis

zur Hohlhand und spaltet sich in einen *Ramus volaris sublimis* und einen *profundus.*

Der *Ramus volaris sublimis* theilt sich hinter dem M. palmaris brevis in einen hintern und einen vordern Ast; der hintere Ast endet, nachdem er Zweige zur Haut und dem M. palmaris brevis abgegeben, als *Nervus volaris ulnaris digiti V* an der innern Seite des kleinen Fingers. Der vordere Ast gibt einen Zweig zum vierten Lumbricalmuskel und spaltet sich als *Nervus digitalis volaris communis IV* in den Nervus volaris radialis digiti V für die äußere Seite des kleinen Fingers und den Nervus volaris ulnaris digiti IV für den innern Rand des Ringfingers.

Der tiefe Ast des Ramus volaris, der *Ramus volaris profundus,* gibt zunächst Zweige an die Mm. flexor brevis digiti minimi und opponens, läuft dann zur Tiefe der Hohlhand und versieht die Mm. interossci externi und interni, sowie den M. abductor pollicis mit Zweigen.

Der *Ramus dorsalis* des Ellenbogennerven läuft gerade oberhalb des Köpfchens der Ulna zum Rücken der Hand, durchbohrt am untern Ende des Vorderarms die Fascia, gibt dem M. abductor digiti minimi einen Zweig, und spaltet sich dann in einen *Ramus posterior* und *anterior.*

Der am innern, obern Rand der Hand herablaufende *Ramus posterior* schickt Zweige zur Haut, dem M. abductor und endet an der innern Seite des kleinen Fingers als Nervus dorsalis ulnaris digiti V. Der *Ramus anterior* schickt Fäden zur Haut des Rückens und spaltet sich in einen *Nervus digitalis dorsalis communis III*, welcher einen Ast für den äußern Rand des kleinen Fingers und einen für den innern Rand des Ringfingers abgibt, und einen *Nervus dorsalis radialis digiti IV* für den äußern Rand des Ringfingers.

4) Der vierte Muskelnerv endlich ist der Speichennerv, *Nervus radialis;* er ist der stärkste Armnerv und schlägt sich, nachdem er einen innern Hautzweig und zum M. triceps Zweige abgegeben, hinter der Arteria axillaris und dem Nervus ulnaris zwischen dem langen und innern Kopf des M. triceps von innen nach außen um den Oberarmknochen herum, kommt an der äußern Seite des Armes zum Vorschein und gibt während dieses Verlaufes den Nervus cutaneus antibrachii externus superior ab, welcher, die

Fascia durchbohrend, sich an deren Radialrande des Vorderarms, auf dessen Streckseite in der Haut bis zur Handwurzel herab verzweigt.

Am untern Ende des Oberarms spaltet sich der Speichennerv in einen *Ramus profundus* und *superficialis.*

Der *Ramus profundus* schlägt sich, nachdem er an die Mm. supinator brevis und extensor carpi radialis brevis Zweige abgegeben, um den Radius herum nach hinten auf die Streckfläche des Vorderarms, gibt hier den Mm. extensores carpi radiales und ulnares, extensor digitorum communis und extensor pollicis Zweige und endet in dem Kapselbande des Handgelenkes.

Der *Ramus superficialis* des Speichennerven gibt zu den Extensoribus carpi radial. Zweige, läuft an der äußern Seite der Arteria radialis herab, schlägt sich um den Radius herum, durchbohrt die Fascia und spaltet sich in einen *Ramus anterior* und *posterior.* Der am Rande des Radius herablaufende *Ramus anterior* gibt Zweige zum M. abductor pollicis brevis, zur Hohlhand und zur Haut des Ballens, und endigt sich am äußern Rand des Daumens als Nervus dorsalis radialis pollicis.

Der sich zum Handrücken wendende *Ramus posterior* gibt zuerst Zweige für die Haut und spaltet sich dann in einen *Nervus digitalis dorsalis communis I,* welcher für den innern Rand des Daumens und den äußern Rand des Zeigefingers je einen Zweig abgibt, und einen *Nervus digitalis dorsalis communis II,* welcher für den innern Rand des Zeigefingers und für den äußern und innern Rand des Mittelfingers je einen Zweig abgibt.

II. Brustnerven, Nervi dorsales.

Von den Brustnerven sind auf jeder Seite 12 Stück, von denen der erste zwischen dem ersten und zweiten Brustwirbel, der letzte zwischen dem letzten Brust- und ersten Lendenwirbel hervorkommt. Die Wurzeln der obern liegen viel näher an einander, als die der untern, und sind, noch innerhalb des Rückenmarkscanals, durch Fäden mit einander verbunden. In der Nähe des Ausganges des Foramen intervertebrale spaltet sich jeder Brustnerv in einen vordern stärkern und einen hintern schwächern Ast.

1) *Rami anteriores;* diese vordern Aeste oder Zwischenrippen-

Nerven treten vor dem Ligamentum colli costae int. und dem M. levator costae in das nächste Interstitium intercostale zwischen die Rippen und verbinden sich sogleich durch einen oder zwei Fäden mit dem nächsten Ganglion thoracicum des Sympathicus. Im Anfange laufen sie im Sulcus costalis am untern Rand der Rippe im Zwischenrippenraum zwischen den äußern und innern Intercostal-Muskeln, gerade unter der Intercostal-Arterie nach außen und vorn, verlassen aber allmählich den Sulcus und verlaufen mehr in der Mitte des Zwischenrippenraums. Gleich nachdem sie in den Raum zwischen den Rippen eingetreten, gibt jeder dieser Nerven Zweige für die Intercostal-Muskeln ab, dann spalten sich, den ersten ausgenommen, alle noch im hintern Theile des Zwischenrippenraumes in einen hintern und einen vordern Zweig.

Den ersten ausgenommen, welcher sich gleich aufwärts zum Plexus brachialis wendet, durchbohren alle *Rami posteriores* zuerst die Intercostal-Muskeln, dann die seitlichen Thorax- und Bauchmuskeln und verbreiten sich mit einem vordern und hintern Zweig als *Nervi cutanei pectoris* und *abdominis* in die Haut der Brust und des Bauches, und zwar als Nervi cutanei pectoris vom 2.—7. Intercostal-Nerven, und als Nervi cutanei abdominis vom 8.—12. Intercostal-Nerven. Der Ramus externus des zweiten Intercostal-Nerven gibt noch den Nervus cutaneus brachii internus zur Haut des Armes.

1) Die *Rami anteriores* oder interni laufen in den Zwischenräumen fort und sind entweder *Nervi intercostales anteriores* vom 2.—7. Intercostal-Nerven, welche die Mm. triangularis sterni, pectoralis major, intercostales und den Transversus und Rectus abdominis mit Zweigen versehen, und, die Intercostal-Muskeln durchbohrend, sich in der Haut der Brust endigen, oder *Nervi musculares abdominis* vom 8.—12. Intercostal-Nerven, welche die Bauchmuskeln mit Zweigen versehen.

2) *Rami posteriores.* Die hintern oder Rückenäste der Brustnerven, welche kleiner sind als die vordern, treten zwischen dem Ligam. colli costae externum und internum und zwischen den Querfortsätzen der Brustwirbel hindurch nach hinten, wo sie sich in einen äußern und einen innern Zweig spalten. Die äußern Aeste der sieben obern Brustnerven gehen nach hinten und außen, verbreiten sich in die Mm. sacrolumbaris und longissimus dorsi,

latissimus dorsi, transversalis cervicis, descendens cervicis, levatores costarum und endigen theilweise in der Haut hinter und unter dem Schulterblatte. Die äußern Aeste der fünf untern Brustnerven sind stärker als die obern und verzweigen sich in der Haut der Rücken-, Lenden- und Hüftgegend.

Die innern Aeste der sieben obern Brustnerven schicken Zweige zu den Mm. multifidus spinae, semispinalis colli, semispinalis dorsi und die M. interspinales, durchbohren die Rückenmuskeln, um sich in der Haut des Rückens zu verbreiten, während die innern Aeste der fünf untern Brustnerven in den M. multifidus spinae treten.

III. Lendennerven, Nervi lumbales.

Die mit einer vordern und hintern Wurzel von der untern Anschwellung des Rückenmarks entspringenden Lendennerven bilden fünf Paare, von denen der erste durch das Foramen intervertebrale zwischen dem ersten und zweiten Lendenwirbel, der fünfte zwischen dem letzten Lendenwirbel und dem Os sacrum aus dem Rückenmarkscanale hervortritt. Nahe am Ganglion spinale spaltet sich der sehr kurze Stamm eines jeden in einen vordern und einen hintern Zweig.

Von den weit stärkern vordern Zweigen, welche nach unten immer dicker werden, steht jeder durch 2—3 Fäden mit dem Sympathicus in Verbindung; sie laufen nach vorn und unten, treten zwischen die Bündel des M. psoas, geben diesem und dem M. quadratus lumborum Zweige, und bilden so, in der Regel in einen obern und einen untern Ast gespalten, indem jeder mit dem nächst obern und untern zusammenfließt, die fünf *Ansae lumbares*, woraus dann das Lendengeflecht, Plexus lumbalis, entsteht, an dessen Bildung namentlich der zweite, dritte und vierte Lendennerv Theil nimmt.

Der vordere Ast des ersten Lumbalnerven bildet mit dem zweiten die *Ansa lumbaris I*, und gibt den Nervus ileo-hypogastricus, welcher sich in der Haut über dem Bauchring und Schamberg verästelt, sowie den Nervus ileo-inguinalis ab, welcher durch den Leistencanal und Abdominalring zur Haut der Schamgegend, der Wurzel des Penis und des Hodensackes oder zu den großen Schamlefzen (Nervi scrotales seu labiales anteriores) tritt.

Die hintern Aeste der Lendennerven nehmen von oben nach unten an Stärke ab, gehen zwischen den Querfortsätzen zum Rücken, wo sich jeder in einen innern und einen äußern Zweig spaltet; die innern und zugleich dünnern Zweige verbreiten sich in die Mm. interspinales, multifidus spinae und die Haut der Lendengegend, während von den äußern stärkern, welche zu den Mm. intertransversales und sacrolumbaris Zweige abgeben, die drei obern sich als Nervi subcutanei glutaei superiores posteriores in die Haut des Gesäßes verbreiten, die zwei untern aber zum M. multifidus spinae gehen.

Das, theils im M. psoas selbst, theils hinter demselben liegende Lendengeflecht, *Plexus lumbalis*, welches durch den fünften Lumbarnerven auch mit dem Plexus sacralis zusammenhängt, schickt zunächst kleinere Zweige in die Mm. psoas major, minor und quadratus lumborum ab; außerdem entspringen aber aus diesem Geflechte noch folgende Nerven:

1) Der *Nervus ileo-hypogastricus* und 2) der *Nervus ileo-inguinalis*, von welchen schon oben die Rede war.

3) Der *Nervus inguinalis*. Dieser vorzugsweise aus der ersten Ansa lumbalis entspringende Schamleisten-Nerv geht durch den obern Theil des M. psoas und an dessen vorderer Fläche bis zur Leistengegend herab und spaltet sich dann in folgende zwei Aeste, welche manchmal, aber jeder für sich, aus dem Lendengeflecht entspringen:

a) *Nervus spermaticus externus*, äußerer Schamnerv; er gibt zuerst einen Ast ab, welcher durch den Annulus cruralis herabsteigt und sich in der Haut der Fovea ovalis fasciae latae verzweigt, geht dann an der vordern Fläche des Samenstranges durch den Canalis inguinalis herab, zum Annulus abdominalis heraus und verzweigt sich beim Manne in den M. cremaster, tunica dartos und in den Nebenhoden; bei der Frau im Ligamentum uteri rotundum, der großen Schamlefze und der Haut am Bauchringe.

b) *Nervus lumbo-inguinalis;* der zweite Ast des Nervus inguinalis geht über den M. iliacus internus hinweg nach außen, durchbohrt die Fascia transversa, kommt dann an der äußern Seite des Schenkelrings zwischen die beiden Blätter der Fascia lata, durchbohrt dann das oberflächliche Blatt derselben und

verzweigt sich in der Haut der äußern vordern Fläche des Oberschenkels.

4) *Nervus cutaneus femoris externus anterior.* Der äußere, vordere Hautnerv des Oberschenkels durchbohrt den M. psoas, geht nach unten zur Spina ilii anterior superior und geht nahe unterhalb dieser zum Oberschenkel, wo er vor dem Kopf des M. sartorius hervorkommt, und verzweigt sich in der Haut an der vordern äußern Fläche des Oberschenkels bis zur äußern Seite der Kniescheibe herab.

5) *Nervus obturatorius.* Der Hüftnerv entspringt mit mehreren Wurzeln vom 2.—4. Lendennerven, geht hinter dem M. psoas herab und kommt an dessen innerm Rande hervor, läuft dann in Begleitung der Arteria und Vena obturatoria an der Seitenwand des Beckens zum Foramen obturatorium und tritt dann, nachdem er sich schon innerhalb des Beckens in einen vordern und hintern Ast gespalten, durch den obern Theil der Membrana obturatoria zum Oberschenkel, wo er sich, nachdem er dem M. obturatorius internus einen Zweig abgegeben, vorzugsweise in die Mm. adductores verbreitet.

Der vordere Ast des Hüftnervs schickt zunächst einen Zweig zum Muscul. gracilis, dann zum M. pectinaeus, adductor longus und brevis, während andere zum Ligamentum teres und capsulare, zur Bursa iliaca und zur Synovialhaut des Hüftgelenkes gehen; der zwischen dem M. adductor longus und brevis hervortretende Stamm dieses Astes verbreitet sich endlich in der Haut des innern und hintern Umfanges des Schenkels bis zur Wade herab.

Der durch den obern Theil des M. obturator externus tretende hintere Ast des Hüftnerven gibt diesem Muskel Zweige und verbreitet sich vorzugsweise in den M. adductor magnus; ein Zweig von ihm tritt in die Scheide der Schenkelgefäße, verläuft hier zwischen der Arteria und Vena cruralis, begleitet die Gefäße in ihren Verzweigungen wenigstens bis zum untern Drittheil des Unterschenkels und schickt an alle Arteriae perforantes, articulares, an die Arteria poplitaea und ihre Aeste Nerven, sowie auch Zweige von ihm in die Synovial-Kapsel gehen.

6) *Nervus cruralis.* Der Schenkelnerv ist als die eigentliche Fortsetzung des Plexus lumbalis anzusehen und tritt entweder

ungetheilt oder in zwei größere Zweige getrennt, die sich aber bald wieder vereinigen, zwischen dem M. psoas und iliacus internus hervor; läuft, bedeckt von der Fascia iliaca, am äußern Rand des M. psoas zum Annulus cruralis herab, durch welchen er an der äußern Seite der Arteria cruralis zum Oberschenkel gelangt. Noch oberhalb des Ligamentum Poupartii gibt er kleine Zweige zum M. psoas und iliacus internus, sowie den *Nervus saphenus minor* ab, welcher unter dem Ligam. Poupartii vor den Schenkelgefäßen zum Schenkel herabtritt, einen Zweig zum M. pectinaeus schickt und sich durch mehrere Zweige mit dem mittlern Hautnerven verbindet; von nun an geht er an der innern Seite der Schenkel-Arterie nach innen herab, durchbohrt die Fascia und verzweigt sich in der Haut an der innern und vordern Seite des Oberschenkels bis zum Condylus internus tibiae herab.

Gleich unterhalb der Ligam. Poupartii spaltet sich der Nervus cruralis entweder in einen vordern und einen hintern Ast, welche durch Zweige miteinander verbunden sind, oder theilt sich sogleich in die folgenden Nerven. Bei einer Spaltung in zwei Aeste gibt der *Ramus anterior* den *Nervus cutaneus femoris anterior medius* ab, welcher dem M. sartorius Zweige zuschickt, und dann, diesen Muskel durchbohrend, sich in zwei Zweige spaltet, wovon der äußere sich in der Haut über dem M. sartorius bis zum Knie, der innere sich in der Haut an der innern Seite des Knies verästelt. Vom *Ramus posterior* geht der äußere Ast in die Mm. rectus femoris, vastus externus, cruralis und subcruralis, der innere Ast an den vastus externus; die Fortsetzung dieses innern Astes ist der *Nervus saphenus major*, welcher an der äußern Seite der Arteria cruralis bis zu ihrem Durchgang durch den M. adductor magnus geht, und sich hier in zwei Aeste spaltet, von denen der kleinere sich um den M. sartorius herumschlägt und in der Haut an der innern Seite des Knies sich verästelt, der größere aber sich, nachdem er einen Zweig zur Haut an der innern Seite des Wadens abgegeben, an der innern Seite der Wade, des Knöchels und des Fußrückens verzweigt.

IV. Kreuzbeinnerven, Nervi sacrales.

Die Kreuzbeinnerven, fünf Paare, entspringen dicht neben einander von der untern Anschwellung des Rückenmarkes, ihre Wurzeln

bestehen aus wenigen Fäden, und ihre Stämme, welche etwas länger sind, als die der Lendennerven, spalten sich auch in einen vordern und einen hintern Ast. Von den vordern Aesten treten die vier obern durch die **Foramina sacralia anteriora**, während der fünfte, schon in zwei Zweige getheilt, zwischen dem **Os coccygis** und dem Ausgang des **Canalis sacralis** zum Vorschein kommt.

Die vordern Aeste der Kreuzbeinnerven nehmen nach unten an Stärke ab und verbinden sich nach ihrem Austritte aus den **Foramina sacralia anteriora** durch zwei Fäden mit dem **Sympathicus**, dann treten sie gegen die **Incisura ischiadica major** herab und verbinden sich unter einander zu den fünf *Ansae sacrales*, von denen die Zweige der beiden obern mit den beiden untern Lendennerven den *Plexus sacralis*, die Zweige der untern aber den *Plexus pudendalis* bilden.

Von den hintern Aesten der Kreuznerven, welche nach unten an Stärke zunehmen, treten die vier obern durch die **Foramina sacralia posteriora**, der fünfte durch die untere Oeffnung des **Canalis sacralis**, laufen nach außen und verbinden sich unter einander und mit den hintern Aesten der letzten Lendennerven zum **Plexus sacralis posterior**, und aus diesem Geflechte treten 2—3 *Nervi cutanei glutaei posteriores* hervor, welche den **M. glutaeus maximus** durchbohren und sich in der Haut über dem **Os sacrum** und **Os coccygis** und am Gesäße verästeln.

Der *Plexus sacralis* oder **ischiadicus**, welcher durch die Vereinigung des vierten und fünften Lenden- und des ersten, zweiten und dritten Kreuznerven gebildet wird, liegt vor dem **M. pyriformis** am untern Ende der **Incisura ischiadica major**, durch welche er sich auch als *Nervus ischiadicus* nach außen fortsetzt. Aus diesem Geflechte entspringen folgende Nerven:

1) *Nervus glutaeus superior;* der obere Gesäßnerv, welcher aus dem obern Theile des **Plexus sacralis** entspringt, gibt, bevor er zum Becken heraustritt, einen Zweig ab, welcher sich in den **M. pyriformis** und den **M. glutaeus maximus** begibt, dann schlägt er sich in Begleitung der **Arteria glutaea** um den obern Rand der **Incisura ischiadica major** nach außen und spaltet sich in drei Aeste, die sich in den **M. glutaeus minimus, medius** und **tensor fasciae latae** verzweigen.

2) *Nervus glutaeus inferior;* der untere Gesäßnerv tritt eben-

falls durch die Incisura ischiadica major, aber unterhalb des M. pyriformis, heraus und theilt sich in drei Aeste, die nur in den M. glutaeus maximus gehen.

3) *Nervus cutaneus femoris posterior communis;* der hintere Hautnerv des Oberschenkels entspringt aus der ersten und zweiten Ansa sacralis mit mehreren Wurzeln und läuft unter dem M. pyriformis zur Incisura ischiadica heraus, steigt dann zwischen dem Tuber ischii und dem Trochanter major über die Rollmuskeln zum Oberschenkel und gibt folgende Aeste ab:

a) *Nervi subcutanei glutaei inferiores*, welche um den untern Rand des M. glutaeus maximus nach außen treten und sich in der Haut am untern Theile des Gesäßes bis zum Trochanter major und Tuber ischii verzweigen.

b) *Nervi subcutanei perinaei*, verästeln sich als 1—2 Zweige in der Haut des Dammes, des hintern Theiles des Hodensackes oder der äußern Schamlippen.

c) *Nervi subcutanei femoris posteriores*, treten zur hintern und innern Seite des Oberschenkels.

4) *Nervus ischiadicus;* der Hüftnerv ist die eigentliche Fortsetzung des Plexus sacralis und tritt unterhalb des M. pyriformis aus der Incisura ischiadica heraus, und, bedeckt vom M. glutaeus maximus, zwischen Tuber ischii und Trochanter major hindurch zum Oberschenkel, bis wohin er Aeste zum Obturator internus, Quadratus femoris und den Gemellis abgegeben. Am Oberschenkel tritt der Hüftnerv unter den langen Kopf des M. biceps und dann zwischen diesem und den Mm. semitendinosus und semimembranosus zur Kniekehle, nachdem er auch diesen Muskeln Zweige abgegeben. In der Kniekehle angekommen, theilt er sich in der Regel, manchmal freilich auch schon weiter oben, in einen *Nervus tibialis* und *peronaeus*.

a) Der *Nervus tibialis* ist, als der stärkere Ast, für die Fortsetzung des Hüftnerven anzusehen und läuft mitten durch die Kniekehle zwischen die Köpfe des M. gastrocnemius. In der Kniekehle selbst, wo er am hintern äußern Rand der Vena poplitaea liegt, gibt er Zweige an das Kniegelenk und die Muskeln und dann, ehe er am Unterschenkel weiter läuft, noch folgende ab:

α. Nervus cutaneus cruris medius zur mittlern Haut des Unterschenkels.

β. Nervus cutaneus longus cruris et pedis, welcher auf dem M. gastrocnemius herabläuft, die Fascia am Anfang der Achillessehne durchbohrt und mit dem äußern Hautnerven zum *Nervus cutaneus externus pedis* zusammenfließt, welcher an der Achillessehne herabläuft, sich um den Condylus externus herumschlägt, Zweige an die Haut abgibt und sich dann in einen innern und einen äußern Ast spaltet, wovon der innere Ast der vierten Zehe einen *Nervus dorsalis externus*, der fünften einen *Nervus dorsalis internus*, der äußere Ast aber der fünften Zehe einen *Nervus dorsalis externus* abgibt.

γ. Rami musculares für die Mm. gastrocnemius, plantaris, soleus und poplitaeus.

Der Stamm des Nervus tibialis tritt dann zwischen den Mm. poplitaeus und soleus tiefer in den Unterschenkel, versieht hier die Mm. tibialis posticus, flexor digitorum und hallucis longus mit Zweigen und geht an der äußern Seite der Arteria tibialis postica zum Condylus internus, gibt aber noch, ehe er sich um den innern Knöchel herum zur Fußsohle schlägt, Hautnerven zur Haut an der innern Seite der Ferse und des Knöchels, sowie zur Haut der Fußsohle ab.

Auf dem Kopfe des M. abductor hallucis, gerade unter dem innern Fortsatze des Calcaneus, spaltet sich der Stamm des Tibialis in einen *Nervus plantaris internus* und *externus*. Der innere Sohlennerv, welcher zuerst dem M. abductor hallucis Zweige gibt, spaltet sich wieder in einen innern und einen äußern Ast, wovon der innere Zweige zu den Mm. abductor und flexor brevis hallucis schickt und dann an der innern Seite der großen Zehe endet. Der äußere, für den ersten und zweiten Lumbrikalmuskel bestimmte Ast, theilt sich dann in die Zehennerven, von denen immer zwei, für den äußern und innern Rand zweier neben einander liegenden Zehen bestimmte Nerven aus einem gemeinschaftlichen Stamme, dem *Nervus digitalis plantaris communis*, kommen.

Der äußere Sohlennerv, Nervus plantaris externus, gibt den Mm. caro quadrata Sylvii und flexor digitorum brevis Zweige, geht zum äußern Rand des Fußes zwischen den beiden genannten Muskeln nach vorn, und spaltet sich in einen oberflächlichen und einen tiefern Ast. Der oberflächliche Ast geht zwischen dem M. abductor und flexor brevis hindurch und endigt mit vier

Zweigen, von denen an der innern und äußern Seite der vierten und fünften Zehe je einer hinläuft. Der tiefe Ast begleitet den Arcus plantaris profundus, gibt Zweige an die Muskeln der Sohle und endigt im ersten M. interosseus externus.

Die *Nervi digitales* verlaufen längs der Ränder der Zehen in der Fetthaut bis zur Spitze, schicken kleine Fäden nach unten und oben, und die feinsten Fädchen endigen sich am Nagelgliede in der Haut unter dem Nagel und den Wärzchen der Spitze.

b) *Nervus peronaeus;* der Wadenbeinnerv geht an der innern Seite des M. biceps vor dem äußern Kopfe des M. gastrocnemius durch den äußern Theil der Kniekehle bis hinter das Köpfchen der Fibula herab, gibt hier Zweige zum M. biceps und zum Kapselband des Knies ab und außerdem noch einen Hautnerven zur Haut der Wade, sowie einen weitern, welcher mit dem Ramus communicans tibialis den *Nervus cutaneus externus dorsi pedis* bildet, welcher sich in die vierte und fünfte Zehe verästelt.

Nachdem der N. peronaeus diese Zweige abgegeben, tritt er um das Capitulum fibulae herum nach vorn und spaltet sich in einen oberflächlichen und einen tiefen Zweig.

α. Der oberflächliche, *Ramus peronaeus superficialis*, ist der Hautnerv des Fußrückens, durchbohrt den M. peronaeus longus und gibt diesem und dem Peronaeus brevis Zweige, geht nach innen herab, in der Mitte des Unterschenkels durch die Fascia heraus und spaltet sich dann über dem Fußgelenk in einen innern und einen äußern Ast, wovon der innere zur Haut am innern Rand des Fußes, und zur ersten, zweiten und dritten Zehe, der äußere zur Haut des Fußrückens und zur dritten und vierten Zehe Zweige schickt.

β. Der tiefe Zweig des Nervus peronaeus, der *Nervus peronaeus profundus*, tritt an die vordere Fläche des Unterschenkels, gibt den daselbst liegenden Muskeln Zweige und geht dann zum Fußgelenk herab, wo er sich in einen äußern und innern Ast spaltet, von welchen der äußere zu den Mm. extensor digitorum brevis und extensor hallucis brevis Zweige schickt, während der innere Ast sich mit dem zur zweiten und dritten Zehe gehenden Nervus peronaeus superficialis verbindet und noch einen Zweig für den äußern Rand der großen Zehe abgibt.

Der an der hintern Wand des kleinen Beckens und vor dem

untern Rand des M. pyriformis liegende *Plexus pudendalis* bildet eigentlich den untersten Theil des *Plexus sacralis*, hängt nach oben mit diesem, nach unten mit dem *Plexus coccygeus* und nach vorn mit dem **Plexus hypogastricus** des **Sympathicus** zusammen, wird von dem dritten, vierten und fünften Sacralnerven gebildet und aus ihm entspringen folgende Nerven:

1) *Nervi haemorrhoidales medii;* die 4—6 mittlern Mastdarmnerven treten zum Theil in den **Plexus hypogastricus** ein, theils verbinden sie sich mit Zweigen desselben und gehen zum obern Theile des Mastdarms, zur Blase, zur Mutterscheide und zum **M. levator ani**.

2) *Nervus haemorrhoidalis inferior;* der, bisweilen auch vom **Nervus pudendus** entspringende untere Mastdarmnerv tritt durch die **Incisura ischiadica major** heraus, windet sich um das **Ligamentum spinoso-sacrum** herum zur **Incisura ischiadica minor** und tritt in die **Fossa perinaci**, wo er sich theils in der Haut des Afters, theils im **M. sphincter ani externus** verzweigt.

3) *Nervus pudendus communis;* der Schamnerv ist der stärkste Nerv des **Plexus pudendalis**, tritt unterhalb des **M. pyriformis** aus der **Incisura ischiadica major** heraus, dann aber zwischen dem **Ligamentum tuberoso-** und **spinoso-sacrum** durch die **Incisura ischiadica minor** in den untern Theil des Beckens, wo er die **Arteria pudenda communis** begleitet und sich dann in einen untern und einen obern Zweig spaltet.

a) Der untere Zweig, *Ramus inferior*, gibt Zweige zum untern Theile des Mastdarmes und zum **M. ischio-cavernosus** und spaltet sich dann in oberflächliche und tiefe Zweige, wovon die erstern sich in der Haut des Afters, Dammes und des Hodensackes verzweigen, während die letztern zuerst zum **M. transversus perinaei** und **sphincter ani externus** gehen, dann aber in die Tiefe des Dammes dringen und sich im **M. bulbo-cavernosus**, in der Harnröhre und im Hodensack endigen, beim Weibe aber im **M. constrictor cunni**, der **Vagina** und den **Labiis externis** und **internis**.

b) Der obere Zweig des Schamnerven, der *Nervus dorsalis penis*, geht von hinten nach vorn an der innern Fläche des **Ramus ascendens ossis ischii** und hinter dem **M. ischio cavernosus** zur Wurzel der Ruthe, tritt auf den Rücken des **Penis**, wo er

gerade unter der Haut und Fascia liegend viele Zweige abgibt, die den *Plexus dorsalis penis* bilden, dessen Aeste zur Eichel und zum Zellkörper gehen; ebenso verläuft beim Weibe der viel kleinere *Nervus clitoridis* auf dieselbe Art.

V. Steißnerven, Nervi coccygei.

Von den Steißbeinnerven gibt es zwei Paare, deren jeder aus dem Conus medullaris des Rückenmarks mit zwei Wurzeln entspringt, neben dem Rückenmarksfaden in dem von der Dura mater gebildeten Sack bis zu dessen Ende läuft, und dann, nachdem die hintere Wurzel noch innerhalb desselben das Ganglion spinale infimum gebildet, diesen durchbohrt und sich in einen vordern und hintern Ast spaltet, welche beiden Aeste gerade neben einander an der untern Oeffnung des Canalis sacralis aus der Spitze des Sackes heraustreten und zwischen dem Os coccygis und den Ligamentis sacro-coccygeis zum Vorschein kommen.

Die hintern dünnern Aeste verbinden sich an der hintern Fläche des Steißbeins mit den hintern Aesten der Sacralnerven zu dem weiter oben berührten Plexus sacralis posterior.

Die vordern Aeste hängen durch Verbindungszweige mit dem fünften Ganglion sacrale und coccygeum des Sympathicus zusammen und bilden den *Plexus coccygeus*, wozu übrigens noch die vierte und fünfte Ansa sacralis, sowie Zweige vom Plexus pudendalis beitragen; dieses an der Seite der Spitze des Kreuz- und Steißbeins liegende Geflecht gibt 4—5 *Nervi ano-coccygei* für die Haut am Steißbeine und die Mm. levator ani und coccygeus ab.

Aus der soeben geschehenen genauen Auseinandersetzung des Verlaufs aller vom Rückenmark entspringenden Nerven sahen wir, daß die motorischen Fasern aller willkürlich beweglichen Muskeln des Rumpfes und der Extremitäten vom Rückenmark entspringen, sowie auch die sensiblen Fasern dieser Muskeln und der ganzen Haut. Alle Nerven einer Körperhälfte entspringen von der entsprechenden Hälfte des Rückenmarks und die Nerven derjenigen Muskelgruppen, welche durch ihre Function verbunden sind, ent-

springen, wie wir gesehen haben, alle aus gewissen, nicht weit von einander entfernten Theilen des Rückenmarks, wie die Nerven der Respirationsmuskeln und die motorischen Nerven der obern und untern Extremitäten. Auch die Nerven der weiblichen Brüste entspringen, wie früher dargethan wurde, aus den Spinalnerven, sowie auch die Muskeln der Eingeweide Fasern vom Rückenmarke erhalten, ebenso die männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane, die Harnblase, der Harnleiter, Samenleiter und der Schließmuskel des Afters.

Ueber den Einfluß der Rückenmarksnerven auf die peristaltische Bewegung der Gedärme, sowie über die vasomotorischen Fasern der Spinalnerven und ihren Einfluß auf die Temperatur der von ihnen versorgten Theile wird weiter unten das Nöthige gesagt werden.

Sympathisches Nervensystem.

Das der Bildung unmittelbar angehörige Nervensystem ist das vegetative, organische Nervensystem, welches an Bewegung und Empfindung weit weniger Antheil nimmt, als das animalische, und sich dabei nur insoferne betheiligt, als es sowohl vom Gehirn, als vom Rückenmark Fasern erhält, durch welche es auf den von seinen Zweigen versehenen Theilen einige Empfindung vermittelt, und einen, aber nur unwillkürlichen motorischen Einfluß hat. Doch finden auch in dieser Hinsicht wieder Ausnahmen statt, da, wie wir zum Theil schon gesehen haben, zum Theil noch sehen werden, gerade die motorischen Nerven des Herzens und des größern Theils des Darmcanals diesem Systeme angehören.

Auch dieses System hat einen Central- und einen peripherischen Theil; der Centraltheil desselben besteht aus zwei, auf der rechten und linken Seite längs der vordern seitlichen Fläche der Wirbelsäule liegenden Strängen, welche sich vom Kopf bis zum Steißbeine herabziehen und im **Ganglion coccygeum** auf dem Steißbeine sich vereinigen. An jedem dieser Stränge sind 24—25 Ganglien symmetrisch angereiht, von welchen nach allen Seiten hin Nerven aus-

gehen, die sich zu Geflechten vereinigen und mit den benachbarten Centrospinal-Nerven zusammenhängen. Zur bessern Uebersicht, und auch anatomisch gerechtfertigt, wird diese Ganglienkette in einen Kopf-, Hals-, Brust-, Lenden- und Becken-Theil abgetheilt.

1) Kopftheil, *Pars cephalica nervi sympathici.* Dieser im **Canalis caroticus** und dem **Foramen jugulare** liegende Theil entspringt aus zwei, vom **Ganglion cervicale supremum** ausgehenden Fäden, nämlich dem *Nervus caroticus* und *jugularis.*

Der *Nervus caroticus* spaltet sich bei seinem Eintritt in den **Canalis caroticus** in einen äußern und einen innern Ast, welche in diesem Canal emporsteigen. Der äußere Ast verläuft auf dem Rücken der **Arteria carotis interna** und gibt zuerst einen *Nervus carotico-tympanicus inferior* ab, welcher sich mit andern Nerven zum *Plexus tympanicus* vereinigt. Nach der Abgabe dieses Nerven geht der äußere Ast an die äußere Seite der **Carotis**, von wo aus mehrere Aestchen sich mit Fäden des **Ramus internus** zum *Plexus caroticus internus* vereinigen, welcher die **Carotis interna** umstrickt, und am Ende läuft dieser *Ramus externus* in folgende Zweige auseinander: a) Einige Fädchen, welche an den **Carotis** aufwärts laufen, verbinden sich unter einander und mit Zweigen des **Ramus internus** und senken sich in den Stamm des **Abducens** ein. b) Ein weiterer, sich nach unten wendender Zweig, verbindet sich mit Aestchen des **Ramus internus.** c) Der stärkste Zweig, der **Nervus petrosus profundus major,** läuft in den **Canalis vidianus** und durch diesen Canal in das **Ganglion sphenopalatinum.**

Der *Ramus internus* **nervi carotici,** welcher zuerst am untern Rande der **Carotis interna** und dann an deren innern Seite liegt, gibt zuerst Aestchen ab zur Bildung des *Plexus caroticus* mit dem **Ramus externus,** schickt mehrere Fäden an die **Carotis** in die Höhe zum **Nervus abducens** und bildet dann den *Plexus cavernosus.* Aus diesem Plexus entspringen Zweige, welche sich theils zum **Ramus ophthalmicus,** theils zum **Ganglion Gasseri** des fünften Hirnnerven begeben, ferner ein Aestchen zum **Ganglion ciliare (Radix media)** und ein weiteres zum **Nervus oculomotorius,** während mehrere Zweige dieses Plexus sich zur **Carotis interna** und deren Aeste verbreiten.

Der zweite Nerv des Kopftheiles ist der *Nervus jugularis;* er

theilt sich, nachdem er vom obersten Halsknoten ausgetreten, in mehrere Fäden, wovon der erste in der Nähe des Foramen condyloideum anterius in den Nervus hypoglossus tritt; hierauf geht der Nervus jugularis am Stamme des Vagus in die Höhe und spaltet sich in der Nähe des Foramen jugulare in zwei Zweige, von denen der eine in das Ganglion petrosum des Nervus glossopharyngeus, der andere mit zwei Zweigen theils zum Ganglion nervi vagi innerhalb des Foramen jugulare, theils etwas tiefer in den Plexus ganglioformis des Vagus tritt.

2) Halstheil des Sympathicus, Pars cervicalis Sympathici. Dieser Theil besteht aus drei, an der vordern Fläche der Halswirbel der Länge nach herablaufenden Knoten, nämlich: a) Dem *Ganglion cervicale supremum*, welches vor dem Querfortsatz des ersten und zweiten Halswirbels und vor dem M. rectus capitis anticus major liegt, eine länglich ovale Gestalt hat, und von der Arteria carotis interna und der Pharyngea ascendens viele Gefäßchen erhält. Seine Hauptwurzeln erhält dieses Ganglion nach Valentin aus den drei obersten Halsnerven, welche in die hintere Seite dieses Knotens eindringen, und theils in dessen Aeste, theils in den Stamm des Sympathicus eintreten. Aus diesem Knoten treten nun nach oben der Nervus caroticus und jugularis, die, wie wir gesehen, die Pars cephalica des Sympaticus bilden, ferner ebenfalls nach oben die *Nervi laryngo-pharyngei*, 3—6 Fäden, die sich mit dem Glossopharyngeus, Vagus, Hypoglossus und dem ersten Halsnerven verbinden, die Carotis interna umschlingen und theils in den Plexus pharyngeus treten, theils sich mit dem Nervus laryngeus superior verbinden. Nach hinten treten aus diesem Ganglion Communicationszweige zum Plexus cervicalis und den vier obersten Halsnerven. Drei bis sechs Nervi molles, oder Gefäßnerven, treten nach vorn aus diesem Knoten und bilden, nachdem sie sich mit Zweigen des Glossopharyngeus und Vagus verbunden, um die Theilungsstelle der Carotis communis mit dem Ganglion intercaroticum den *Plexus nervorum mollium*, von welchem alle aus der Carotis externa entspringenden Arterien mit Zweigen versehen werden und außerdem noch einige Fäden dieses Plexus zum Facialis, Ganglion oticum und maxillare treten.

Nach unten endlich tritt aus diesem Ganglion der Nervus cardiacus longus, welcher zuerst Zweige zum M. sternothyreoideus,

zur Glandula thyreoidea und dem Nervus recurrens abgibt, dann vor dem M. longus colli herabläuft und mit dem Nervus cardiacus medius und magnus zum Plexus aorticus superior zusammentritt, dessen Zweige dann in den Plexus cardiacus treten.

Der aus dem untern schmalen Ende des Ganglion supremum austretende Stamm des Sympathicus schwillt dann in der Gegend des fünften oder sechsten Halswirbels zum *Ganglion medium* an und verbindet sich während dieses Verlaufes durch mehrere Zweige mit dem Vagus und dem dritten, vierten und fünften Halsnerven. Dieses Ganglion, welches übrigens zuweilen auch fehlt, schickt zuerst Zweige zum fünften und sechsten Halsnerven, zum Vagus, Nervus cardiacus longus und recurrens, dann wieder andere, welche die Arteria carotis communis und thyreoidea umstricken, den *Plexus thyreoideus inferior* bilden und zur Glandula thyreoidea, den Larynx und Pharynx gelangen, und endlich noch den Nervus cardiacus medius, welcher in den Plexus aorticus und cardiacus tritt.

Aus dem Ganglion medium tritt der Sympathicus, in der Regel in zwei Fäden gespalten, zum untern Halsknoten. Dieses, oft doppelt oder dreifach vorhandene *Ganglion cervicale infimum*, liegt fast in gleicher Höhe wie das vorige, nur weiter nach hinten, und gibt außer Verbindungszweigen zum 6.—8. Nervus cervicalis und ersten Dorsalis noch Zweige zum Vagus, Recurrens, Plexus pulmonalis und phrenicus, und endlich außer weitern Aesten, welche die Arteria subclavia umstricken und den *Plexus subclavius, vertebralis* und *mammarius* bilden, noch den Nervus cardiacus inferior ab, dessen Fäden theils an die Arteria carotis communis, subclavia und anonyma treten, theils mit dem Nervus cardiacus longus und medius den *Plexus aorticus* und *cardiacus* bilden.

3) Brusttheil des Sympathicus, Pars thoracica. Der neben den Körpern der Brustwirbel und vor den Querfortsätzen herablaufende Brusttheil besteht auf jeder Seite aus 11—12 Brustknoten, welche zwischen je zwei Rückenwirbeln auf den Köpfchen der Rippen liegen und durch den Stamm des Sympathicus unter einander verbunden sind. Alle diese Ganglien vereinigen sich durch Verbindungsfäden mit den Intercostal-Nerven. Außer diesen genannten Verbindungszweigen mit den benachbarten Intercostal-Nerven und weitern solchen, zum siebenten und achten Hals- und ersten und

zweiten Brustnerven tretenden Zweigen, entspringt aus diesen Ganglien noch ein *Ramus vertebralis*, welcher zur Arteria vertebralis und deren Zweige, sowie zum Plexus cardiacus und pulmonalis tritt, ferner Fäden, welche den Plexus aorticus thoracicus bilden und sich zu den Arteriis bronchiales, oesophageae post. und zum Plexus pulmonalis und oesophageus begeben. Die letzten und zugleich wichtigsten Zweige dieser Brustknoten sind der *Nervus splanchnicus major* und *minor* und die *Nervi renales posteriores*. Der Nervus splanchnicus major entspringt aus dem 6.—9. Ganglion thoracicum, läuft hinter der Pleura an der seitlichen vordern Fläche der Brustwirbelkörper herab, tritt zwischen dem mittlern und innern Schenkel des Zwerchfells in die Bauchhöhle und verliert sich in den Plexus solaris.

Der *Nervus splanchnicus minor* entspringt vom 9. — 11. Brustknoten, durchbohrt den mittlern Schenkel des Zwerchfells und verbreitet sich theils zum Plexus solaris, theils zum Plexus renalis.

Die *Nervi renales posteriores*, ein *superior* und ein *inferior*, kommen vom 11. und 12. Brustknoten und treten durch den mittlern Schenkel des Zwerchfells in den Plexus renalis.

4) Lendentheil des Sympathicus, Pars lumbalis. Aus dem letzten Brustknoten geht dann der Stamm des Sympathicus zwischen dem mittlern und äußern Schenkel des Zwerchfells hindurch und bildet die Pars lumbalis. Er beginnt schon zwischen dem mittlern und äußern Schenkel des Zwerchfells, liegt an der Seite der Lendenwirbelkörper, vor dem untern Rand des M. psoas und enthält 4—5 Ganglia lumbalia, welche viel kleiner sind als die Brustknoten, und auch weiter von einander liegen. Aus ihnen entspringen folgende Aeste: a) Verbindungsfäden zu den Lumbalnerven. b) Verbindungsfäden zwischen beiden Lumbaltheilen, welche dicht vor den Wirbelkörpern laufen. c) Eine Menge Aeste verbinden sich theils mit dem Plexus mesentericus inferior, renalis und hypogastricus, theils bilden sie mit den Zweigen des Plexus solaris den *Plexus aorticus inferior*.

An der vordern Fläche des Os sacrum herabgehend, bildet der Stamm des Sympathicus die aus fünf Ganglien bestehende *Pars sacralis* nervi sympathici, von welcher zuerst Aeste zu den benachbarten Sacralnerven abgehen, dann Verbindungszweige zwischen beiden Beckentheilen auf der vordern Fläche des Heiligbeins

und endlich Zweige zur Arteria hypogastrica, die in den Plexus hypogastricus treten.

Der aus dem letzten Ganglion sacrale als ein dünnes Fädchen hervortretende Nervus sympathicus vereinigt sich auf der vordern Fläche des Os coccygeum mit dem der andern Seite zum *Ganglion coccygeum*, dessen Fäden in den Plexus coccygeus eintreten.

Peripherischer Theil des sympathischen Nervensystems.

Dieser Theil des sympathischen Nervensystems besteht aus den verschiedensten Geflechten, welche theils unter einander, theils mit den Cerebrospinal-Nerven verbunden sind und selbst noch zahlreiche kleine Ganglien enthalten. Sie versehen die Gefäße, und, wie wir sehen werden, alle der Vegetation dienenden Organe mit Zweigen und bilden im Ganzen folgende einzelne Geflechte:

1) Gangliengeflechte am Kopf:

a) Der *Plexus caroticus internus* wird vom Ramus externus und internus Nervi carotici gebildet, umgibt die Carotis interna während ihres Verlaufs durch den Canalis caroticus und Sinus cavernosus, und aus ihm entspringen folgende Zweige:

α. Nervus carotico-tympanicus inferior, welcher in die Paukenhöhle tritt und mit dem Ramus Jacobsonii und den folgenden Nerven den Plexus tympanicus bildet.

β. Der *Nervus carotico-tympanicus superior*, welcher ebenfalls in die Paukenhöhle zum Plexus tympanicus tritt.

γ. Der *Nervus vidianus profundus*, welcher durch den Canalis vidianus zum Ganglion sphenopalatinum geht.

δ. Die *Radix media Ganglii ciliaris* zum Ganglion ciliare.

ε. Der *Nervus tentorii cerebelli*, welcher nach Arnold zwischen den Blättern des Tentoriums bis zur Gefäßhaut des Sinus transversus geht.

ζ. Verbindungsfäden zum Ganglion Gasseri, Nervus oculomotorius und abducens und zur Glandula pituitaria, sowie Fäden, welche zur Carotis interna laufen, wovon einer mit der Arteria centralis retinae in den Nervus opticus eindringt und bis zur Retina geht.

b) Der zweite Plexus der Gangliengeflechte am Kopf ist der

Plexus tympanicus, welcher, wie wir gesehen, vom Nervus Jacobsonii, Nervus petrosus superficialis minor, Nervus caroticotympanicus superior und inferior gebildet wird.

2) Gangliengeflechte am Halse:

a) *Plexus caroticus externus*, seu nervorum mollium, welcher um die Theilungsstelle der Carotis communis liegt, von den Nerv. moll. gebildet wird, mit dem Vagus, Nervus laryngeus superior, glossopharyngeus und cardiacus longus in Verbindung steht und die Zweige der Carotis externa mit Fäden versieht, um welche er verschiedene kleine Geflechte bildet. In dem Theilungswinkel der Carotis, also zwischen der Wurzel der Carotis externa und interna, liegt noch das Ganglion intercaroticum, welches nach Valentin außer den Nerv. moll. noch Aeste vom Nervus laryngeus superior erhält.

Außerdem liegt an der Theilungsstelle der Carotis externa in die Temporalis und Maxillaris interna noch das *Ganglion temporale*, welches außer den Zweigen vom Sympathicus noch solche vom Nervus facialis und auricularis anterior erhält. Zuletzt tritt aus dem Plexus caroticus externus noch der Nervus superficialis inferior zum Knie des Facialis.

b) *Plexus caroticus communis*, der zweite Plexus am Halse, besteht aus Fäden der Nervi cardiaci, des Ganglion cervicale medium und intercaroticum, und umstrickt die Carotis communis.

c) *Plexus subclavius*, der dritte Plexus am Halse, umgibt die Arteria subclavia, setzt sich in ihren Aesten fort und wird von den Fäden des untersten Halsknotens gebildet. Aus ihm entspringt noch ein *Plexus vertebralis*, welcher die Arteria vertebralis begleitet und bis zur Arteria basilaris hinaufsteigt, ebenso auch noch ein *Plexus mammarius*.

3) Gangliengeflechte in der Brusthöhle.

a) Der *Plexus cardiacus* wird von den Nervis cardiacis sup. medius und inferior, den Halsknoten beider Seiten und von den Ramis cardiacis der Nervi vagi und recurrentes gebildet und zieht sich an der vordern Wand der Aorta ascendens und pulmonalis zum Herzen herab, und aus ihm gehen Zweige zu den Arteriis pulmonal. anonyma, carotis communis, subclavia und zum Arcus aortae. Der mittlere und stärkste Theil dieses Geflechtes ist der *Plexus coronarius cordis sinister*, welcher die,

Arteria coronaria cordis sinistra umgibt und mit dieser und ihren Aesten zum linken Herzen geht. Aus dem untern Theile des Herzgeflechtes entspringt noch der *Plexus coronarius cordis dexter*, dessen Zweige sich mit der Arteria coronaria cordis dextra im rechten Herzen verbreiten.

b) *Plexus aorticus thoracicus*, das zweite Gangliengeflecht in der Brusthöhle, hängt mit dem Plexus oesophagus zusammen, wird von Fäden aus den Gangliis thoracicis und dem Plexus cardiacus gebildet, geht durch den Hiatus aorticus des Zwerchfells und in den Plexus coeliacus über.

4) Gangliengeflechte in der Bauch- und Beckenhöhle:

a) *Plexus coeliacus* seu *solaris*. Dieses unpaare Geflecht ist der Mittelpunkt aller Geflechte der Bauchhöhle, hängt mit allen übrigen Geflechten zusammen und wird vom Nervus splanchnicus major und minor, Plexus oesophageus, dem Nervus gastricus magnus des Vagus, dem Phrenicus und Phrenico abdominalis gebildet. Es liegt unmittelbar hinter dem Bauchfelle um die Theilungsstelle der Arteria coeliaca herum und hat an jedem seitlichen Ende ein Ganglion semilunare dextrum und sinistrum. Aus diesem Geflechte bilden sich wieder folgende Geflechte:

α. Der *Plexus phrenicus*, ein *dexter* und ein *sinister*, nimmt den Ramus phrenico abdominalis und die andern Zweige des Nerv. phrenicus auf und liegt an der untern Fläche des Zwerchfells.

β. Der *Plexus gastricus magnus*, welcher aus Zweigen gebildet wird, die theils aus dem Plexus solaris, theils aus dem Vagus entspringen und mit der Arteria coronaria ventriculi sinistra zur kleinen Curvatur von der Cardia bis zum Pylorus geht. Aus ihm treten Zweige in den Plexus hepaticus, während andere, in Verbindung mit dem Plexus oesophagei des Vagus, sich als *Plexus gastricus anterior* und *posterior* zur vordern und hintern Magenwand fortsetzen.

γ. Der *Plexus hepaticus*. Dieser hinter dem Pylorus liegende Plexus umgibt zuerst die Leberarterie, tritt dann mit der Vena portae und den Gallengängen zur Leber, nachdem er sich in der Nähe der Pforte in einen rechten, zum rechten Leberlappen gehenden Plexus und in einen linken, zum linken gehenden getheilt hat. Vorher aber bilden noch Zweige aus dem Lebergeflecht den *Plexus coronarius ventriculi inferior*, während andere mit der Arteria

gastro-duodenalis zum Duodenum und dem Kopfe des Pancreas gehen.

δ. Plexus lienalis. Dieses Geflecht geht, nachdem es Zweige zum Pancreas, dem Fundus ventriculi und zur Milz abgegeben, mit der Arteria lienalis zur Milz.

Alle diese hier genannten Geflechte bilden sich aus dem Plexus solaris; die weitern Gangliengeflechte in der Bauch- und Beckenhöhle sind folgende:

b) *Plexus mesentericus superior;* auch dieses Geflecht ist unpaar und verbreitet seine Fäden zwischen den Platten des Mesenteriums mit der Arteria mesenterica superior zum Jejunum, Ileum, Coecum, Colon ascendens und transversum.

c) *Plexus mesentericus inferior*; es umgibt die Arteria mesenterica inferior und begleitet die Zweige derselben zwischen den Platten des Mesocolon, Colon descendens und Rectums.

d) *Plexus renalis*, ein rechter und ein linker, wird durch Fäden aus dem Plexus solaris und mesentericus superior gebildet, nimmt die Nierennerven vom letzten Brust- und ersten Lendenknoten auf, gibt zuerst einen Plexus suprarenalis an die Nebennieren ab, von welchem auch Zweige die Arteria spermatica umstricken, dann einen *Plexus spermaticus internus* zum Hoden und beim Weibe zu den Ovarien und den Muttertrompeten und dringt endlich in die Substanz der Nieren.

Der *Plexus aorticus abdominalis* und der *Plexus hypogastricus superior* schicken ihre Zweige zur Aorta abdominalis, den Arteriis iliacis, hypogastricis und ihren Aesten.

Der *Plexus hypogastricus inferior*, ebenfalls ein rechter und ein linker, liegt im kleinen Becken rings um die Aeste der Arteria hypogastrica und sendet Zweige zum Mastdarm, Harnblase, Prostata, zum Harnleiter, Samenleiter, Hoden, den Samenbläschen, Uterus, Scheide und zum Corpus cavernosum, welche an genannten Stellen wieder kleine Plexus bilden.

Aus dem vordern Theile des Plexus vesicalis tritt als eine Fortsetzung desselben der *Plexus cavernosus*, welcher unter der Symphyse liegt, sich zur Wurzel des Penis hinzieht und Zweige zur Prostata, pars membranacea Urethrae und dem Corpus cavernosum penis und Urethrae schickt.

Wie wir nun gesehen, steht der Sympathicus nicht nur mit

allen Rückenmarksnerven, sondern auch mit den Gehirnnerven in vielfacher Verbindung, so daß die frühere Ansicht von der Selbstständigkeit und Unabhängigkeit des sympathischen Nervensystems gleichsam schon anatomisch widerlegt ist, doch ist es durch physiologische Versuche, wie wir gesehen haben, erwiesen, daß diesem Systeme eine gewisse Selbstständigkeit nicht abzusprechen ist, wenn es auch in anderer Beziehung dem Einfluß des Gehirns und Rückenmarks unterworfen ist.

Der Sympathicus hat, wie wir gesehen, Centralherde, ähnlich dem Gehirn und Rückenmark, welche die zerstreuten Partien der grauen Substanz bilden und die in histiologischer Beziehung mit der grauen Substanz des Gehirns und Rückenmarks übereinstimmen. Aus den in dieser grauen Substanz enthaltenen Ganglien nun entspringen Fasern, welche in den peripherischen Organen enden, während wieder andere Fasern zur Verbindung dieser Ganglien und der zerstreuten Centralherde dienen und wieder andere als Verbindungsfasern zwischen den Ganglien des Sympathicus und der grauen Substanz des Gehirns und Rückenmarks auftreten.

Was nun die Selbstständigkeit und Unabhängigkeit des Sympathicus vom Gehirn betrifft, so ist diese im Grunde genommen nicht größer als die Selbstständigkeit der Medulla oblongata und die des Rückenmarks dem Gehirne gegenüber. Auch das verlängerte Mark ist im Stande, selbstständig ohne das Gehirn Athem- und Herzbewegungen zu reguliren, sowie das Rückenmark ohne Gehirn im Stande ist, Empfindung und Wille zu vermitteln, obwohl auf der einen Seite sowohl die Medulla oblongata als das Rückenmark auf die Thätigkeit des Gehirns einwirkt, auf der andern Seite aber wieder seine Anregung zur Thätigkeit vom Gehirn erhält; gerade so können auch die sympathischen Ganglien ohne Mitwirkung von Gehirn und Rückenmark, also ganz selbstständig, Bewegung und Absonderung hervorrufen, zu beiden Functionen aber auch vom Gehirn aus bestimmt werden.

Die Ganglien des Sympathicus sind, wie das Gehirn und Rückenmark, also im Stande, durch Erregung der von ihnen entspringenden motorischen Fasern Contraction von Muskelfasern zu bewirken; allein diese Erregung ist keine willkürliche, weil diese Ganglien nicht Willensorgane sind; ebenso sind aber, wie theilweise auch die Cerebrospinal-Nerven, auch die Ganglien im Stande, Be-

wegungen zu hemmen, da ein Reiz des Nervus splanchnicus die peristaltische Bewegung der Gedärme ebenso aufhebt, wie ein Reiz des Vagus die Herzbewegung.

Der Sympathicus enthält sensible und motorische Fasern und dieselben stehen alle in einer mittelbaren Verbindung mit Gehirn und Rückenmark, und gerade diese mittelbare Verbindung ist der Grund, warum das Empfindungsvermögen in den sensiblen Fasern des Sympathicus ein verhältnißmäßig geringes und der motorische Einfluß der Bewegungsfasern des Sympathicus dem Einfluß der übrigen Centralapparate mehr oder weniger entgegen ist. Die von den Ganglienzellen des Sympathicus nach der Peripherie ausgehenden sensiblen Fasern haben offenbar ihre Endigung, oder eigentlich ihren Anfang, in den Centralherden dieses Nerven, nämlich in dessen Ganglien, und stehen erst von hier aus mit den vom Rückenmark und Gehirn ausgehenden, aber ebenfalls in diese Ganglien mündenden Fasern in mittelbarer Verbindung, woher es kommt, daß das Empfindungsvermögen in den von den sympathischen Fasern versehenen Theilen ein geringes ist, so daß die Empfindung in diesen Theilen erst bei sehr starker Reizung zum Gehirn geleitet wird. So fühlen wir z. B. im normalen Zustande unsere Gedärme nicht, sind dieselben aber entzündet, so entsteht in diesen Theilen eine Schmerzhaftigkeit, welche der der übrigen nicht mit sympathischen Fasern versehenen Theilen nicht nur gleichkommt, sondern dieselbe oft noch übertrifft. Dasselbe ist auch mit den motorischen Fasern des Sympathicus der Fall, auch sie sind nur mittelbar mit den motorischen Fasern des Cerebrospinal-Systems verbunden, daher die von ihnen versorgten Organe nicht willkürlich, d. h. vom Gehirn aus bewegt werden können. Weil aber in den Ganglien des Sympathicus dennoch eine, wenn auch nur mittelbare Verbindung zwischen beiden Fasern stattfindet, so sind sie, wenn auch in beschränkter Weise, doch auch dem Einfluß der übrigen Centralorgane unterworfen, und auf diese Weise ist die Leitung in diesem Theil des Nervensystems eine eigene, denn die Ganglien haben bekanntlich die Beschaffenheit eines Halbleiters, indem sie die Leitung schwächerer Eindrücke verhindern, bei heftigen Reizungen aber die Leitung dennoch zulassen. Wie wir bei der Herzbewegung zum Theil gesehen, bei der peristaltischen Bewegung der Gedärme aber noch weiter unten sehen werden, so bewegen sich die mit sympathischen Fasern

versehenen Theile oft noch längere Zeit, wenn auch manchmal in etwas schwächerem Grade, noch fort, wenn sie ganz außer Verbindung mit den übrigen Theilen des Organismus sind, so daß diesen Theilen eine gewisse Unabhängigkeit von Gehirn und Rückenmark nicht abzusprechen ist. Allein trotzdem müssen Gehirn und Rückenmark doch als die letzten Quellen der Thätigkeit des Sympathicus angesehen werden, da diese im gereizten Zustande einen großen Einfluß auf die Bewegung der mit sympathischen Fasern versehenen Organe haben, so lange sie durch mittelbare Nervenverbindung mit ihnen zusammenhängen.

Nach Müller erhält der Sympathicus von allen Cerebrospinal-Nerven sensible und motorische Fasern, da er, die drei großen Sinnesnerven ausgenommen, mit allen in Verbindung steht; nur die eigentlichen organischen Fasern, die sich durch ihre graue Farbe auszeichnen, sind ihm eigen; ebenso scheinen auch die Cerebrospinal-Nerven nur dadurch einen Einfluß auf die Secretion, Ernährung u. dgl. zu bekommen, daß sie Fasern vom Sympathicus erhalten. Alle Verbindungen des Sympathicus mit den Rückenmarksnerven sind bei ihrem Austritt aus dem Mark nach Müller als Wurzeln für den Sympathicus anzusehen, während von den Gehirnnerven nur der Abducens, Trigeminus, Vagus und Hypoglossus Wurzelfäden zum Sympathicus schicken. Inwiefern übrigens diese von Müller ausgesprochene Ansicht richtig ist, werden wir weiter unten sehen.

Nach Valentin verbreiten sich die motorischen Fasern von den Cerebrospinal-Nerven auf folgende Art in dem Sympathicus:

1) Von dem Accessorius, Hypoglossus und den zwei obersten Halsnerven auf den obersten Theil der Pars cervicalis des Sympathicus, welche zum Pharynx und dem obersten Theile des Schlundes gehen.

2) Vom Accessorius und den 3—4 obersten Halsnerven zum untern Theile der Pars cervicalis, dem Ganglion cervicale infimum und thoracicum primum, welche zum Herzen gehen.

3) Vom vierten, fünften und sechsten Halsnerven auf das Ganglion cervicale infimum und das erste, zweite und dritte Ganglion thoracicum, welche zum untern Theile des Schlundes gehen.

4) Vom 4.—7. Halsnerven auf den Splanchnicus major und den Vagus, welche zum Magen gehen.

5) Von allen Dorsal- und Lumbal-Nerven auf den Splanchnicus major und minor, Plexus coeliacus, mesentericus superior und inferior, welche zu den Eingeweiden gehen.

6) Von den Lumbalnerven auf den mittlern und untern Theil der Pars lumbalis, welche zum Ureter gehen.

7) Von den mittlern und untern Lumbalnerven zum untersten Theile der Pars lumbalis und dem obersten der Pars sacralis, welche zur Harnblase, Ureter und den Muttertrompeten gehen.

8) Von den untern Lendennerven auf die zwei untern Lumbal- und das oberste Sacralganglion, welche zum Fas deferens gehen.

Nach Remak hängt die Thätigkeit der Organe des Blutumlaufes, der chylopoetischen und uropoetischen Organe, der serösen und Schleimhäute sowie der äußern Haut, von den organischen Nervenfasern ab, deren Thätigkeit in den Ganglien ihren Ursprung hat. Die Absonderung ist nach Remak zunächst selbstständig, und erfolgt ähnlich wie bei den Pflanzen; sie wird aber durch die organischen Nerven modificirt, und zwar dadurch, daß diese eine größere oder geringere Contraction der Capillargefäße bedingen, und so auf Qualität und Quantität der zu secernirenden und resorbirenden Stoffe Einfluß ausüben.

Die sensiblen Fasern des Sympathicus haben nach Stilling nicht bloß die Function, Eindrücke von der Peripherie zum Centrum zu leiten, sondern sie üben auch fortwährend eine zweifache Reflexion aus, und zwar nach muskelerregenden und nach gefäßerregenden Nerven, und so werden also auch die gefäßerregenden Fasern des Sympathicus von sensiblen Fasern zur Action gereizt.

Die Ganglien sind Reflexorgane, und die Gefäße haben also nach Stilling Nervi vasorum sensitivi und motorii. Wie nämlich die Ganglien der grauen Substanz des Rückenmarks und des Gehirns die centripetal geleitete Erregung auf motorische Nerven übertragen, so geschieht dieses auch in den Ganglien des Sympathicus, sie sind also auch Reflexorgane.

In histiologischer Beziehung besteht der Sympathicus aus denselben Elementen, wie die Cerebrospinal-Nerven, nämlich aus Nervenfasern und Ganglienzellen. Auch die Nervenfasern des Sympathicus sind von den Fasern der übrigen Nerven im eigentlichen Sinne durch kein bestimmtes Kennzeichen unterschieden, und wenn

auch früher Remak, Bidder und Volkmann den sympathischen Fasern bestimmte Kennzeichen vindicirten, so sind diese von Valentin und Kölliker dadurch widerlegt, daß diese bestimmt nachwiesen, daß Nervenfasern mit derselben Beschaffenheit, wie man sie früher nur im sympathischen Nervensystem zu finden glaubte, auch in den Cerebrospinal-Nerven anzutreffen sind und umgekehrt. Auch Remaks graue, gangliöse Fasern sind nach Kölliker nur Bindegewebsgebilde.

Was nun die Ganglienzellen des Sympathicus betrifft, so sind diese im Allgemeinen viel kleiner und zarter gebaut und auch blässer an Farbe, und haben einen mehr feinkörnigen, schwach gelblich gefärbten Inhalt; nach Wagner und Funke sind sie übrigens kleiner und größer, also verschieden groß, und im Allgemeinen richtet sich ihre Größe nach der Dicke der von ihnen entspringenden Fortsätze. Auf eine eigenthümliche Weise sind sie in bindegewebige kernhaltige Scheiden eingelagert, die zum Theil auch auf die von ihnen entspringenden Nervenfasern übergehen. Ueber die Zahl der Fortsätze der Ganglienzellen des Sympathicus ist man bis jetzt noch nicht im Reinen, doch ist soviel als gewiß anzunehmen, daß wie überhaupt, so auch im sympathischen Nervensystem, keine Zellen ohne Fortsätze vorkommen, sondern alle diese Zellen durch ihre Fortsätze entweder Nervenfasern erhalten, oder solche weiter schicken. Wenn nun einzelne Forscher in den Ganglienzellen nur einen Fortsatz beobachteten, durch den sie ihre Fasern nach der Peripherie schicken, so müssen wir, da wir wissen, daß die sympathischen Ganglien auch mit den Cerebrospinal-Nerven durch Fasern in Verbindung stehen, diesen Forschern gegenüber nicht anders, als annehmen, daß dieses System, wie das Gehirn und Rückenmark, auch Zellen von wenigstens zwei oder mehreren Fortsätzen enthalte, durch welche sie ihre Fasern nicht nur nach der Peripherie schicken, sondern durch die, diesen entgegengesetzten Fortsätze auch noch Fasern vom Cerebrospinal-System empfangen, und zu dem noch weitere Fortsätze dieser Zellen nur zur Absendung von sogenannten Commissurenfasern dienen mögen, da, wie wir bestimmt wissen, zwischen den Ganglienzellen des Sympathicus eine Verbindung besteht. Es müssen also demnach im Sympathicus, wie in den übrigen Centraltheilen, Ganglienzellen mit einer verschiedenen Anzahl von Fortsätzen vorkommen, woraus auch die Verschiedenheit der Ansichten einzelner Forscher leicht erklärlich ist.

Gerade diese Beschaffenheit der Ganglienzellen des Sympathicus, wodurch eine nur mittelbare Verbindung der vom Sympathicus peripherisch sich verbreitenden und der von den Cerebrospinal-Nerven in den Sympathicus tretenden Fasern in diesen Ganglien möglich ist, garantirt dem Sympathicus gewissermaßen seine Selbstständigkeit und größere Unabhängigkeit, während ihn einzelne Physiologen, wie namentlich Valentin, nur für ein System von Zweigen aus den Cerebrospinal-Nerven betrachten, welche Ansicht zwar Bidder schon dadurch widerlegte, daß er bewies, daß von den sympathischen Ganglien gewisse Fasern ihren Ursprung nehmen müssen, weil genaue Zählungen auf's Entschiedenste dargethan, daß unmöglich alle Fasern des sympathischen Nervensystems vom Gehirn und Rückenmark entspringen können. Nach verschiedenen Zählungen an Thieren und Menschen war nämlich die Zahl der feinen Fasern der beiden Wurzeln gegenüber der Zahl der in den vereinigten Rückenmarksnerven und im Sympathicus vorhandenen feinen Fasern viel zu klein, so daß man nicht entfernt annehmen kann, daß sie alle aus dem Rückenmark stammen.

Zu gleicher Zeit kam Bidder zu der Ueberzeugung, daß von den im Verbindungsaste zwischen den sympathischen Ganglien und den vereinigten Rückenmarksnerven befindlichen Fasern nur ein kleiner Theil sich aufwärts nach dem Rückenmarke zu wendet, während der größere Theil der Fasern dieser Verbindungsäste sich in den Spinalnerven, sobald dieser Ast in diese Nerven eingetreten ist, nach der Peripherie wendet; ebenso stammt von den central laufenden Fasern nur der kleinste Theil aus dem Rückenmark, der bei Weitem größere Theil aber von den Spinalganglien der hintern Wurzeln, weil die vordern Wurzeln bei Fröschen in ihrem ganzen Verlaufe, die hintern aber nur oberhalb ihrer Ganglien wenige feine Fasern enthalten. Nach diesem treten jedenfalls viele sympathische Fasern in die Cerebrospinal-Nerven ein.

Gleichzeitig geht aus dem eben Gesagten hervor, daß also diese Verbindungsäste, wie Valentin behauptet, nicht die Wurzeln des Sympathicus sein können, sondern daß dieselben zweierlei Fasern enthalten, nämlich solche, welche vom Rückenmark oder dem Ganglion spinale der hintern Wurzel stammen und zum Sympathicus gehen, und wieder solche, welche vom Sympathicus stammen und entweder central zum Rückenmark oder peripherisch mit den Spinalnerven verlaufen.

Die von Bidder ausgesprochene Ansicht, daß nicht alle Fasern des Sympathicus aus dem Rückenmark und den Spinalnerven herstammen, fand ihre beste Bestätigung in der Entdeckung Köllikers, welcher den Ursprung von Fasern in den Spinal- und den Ganglienzellen des Sympathicus selbst nachwies; gerade dieser Ursprung von Nervenfasern in den Ganglienzellen des Sympathicus ist eine besondere Eigenthümlichkeit dieses Nerven, und diese Thatsache ist es auch, welche ihm eine gewisse, übrigens nur beschränkte, Selbstständigkeit verleiht.

Die Beobachtungen anderer Forscher, wie namentlich die von Kuettner, vindiciren dem sympathischen Nervensysteme insoferne eine vollständige Selbstständigkeit, wenigstens von anatomischer Seite, als nach ihnen alle Fasern der Verbindungsäste zwischen dem Sympathicus und den vereinigten Rückenmarksnerven aus den Ganglienzellen des Sympathicus entspringen, und diejenigen Fasern, welche nach dem Uebergang des Verbindungsastes in die Spinalnerven rückwärts gegen das Rückenmark laufen, weder in die Ganglienzellen der Spinalganglien, noch in das Rückenmark selbst eintreten, sondern in die Dorsaläste der Spinalnerven und mit diesen zur Peripherie. Der Zweck der Verbindung der Spinalnerven mit dem Sympathicus wäre also nach dieser Ansicht nur der, die Dorsaläste dieser letztern mit sympathischen Fasern zu versehen. Mit Recht zieht übrigens Funke diese von Kuettner ausgesprochene Ansicht aus dem Grunde in Zweifel, weil sich dessen Beobachtung theils auf die Feinheit der Fasern, da er alle dünne Fasern für sympathische hält, theils auf die Versehrtheit oder Unversehrtheit dieser Fasern nach Durchschneidung der betreffenden Nerven stützt. Bezüglich der Feinheit der Fasern kommen aber, wie Valentin und Kölliker nachgewiesen, nicht nur im Sympathicus, sondern auch im Rückenmark feine Fasern vor, und was die Versehrtheit oder Unversehrtheit der Fasern nach der Nerven-Durchschneidung betrifft, so bleiben allerdings die mit den Centralapparaten noch in Verbindung stehenden Fasern normal, während die übrigen degeneriren. Der geringe Durchmesser ist also kein unbedingt charakteristisches Merkmal der Fasern des Sympathicus, und überdieß können, wie gerade Kuettner selbst an den Faserenden der hintern, mit ihrem Centralorgan noch zusammenhängenden Rückenmarkswurzeln beobachtete, auch diese degeneriren.

Im Ganzen sind daher die Acten über die Untersuchungen der Verbindungen des Grenzstranges des Sympathicus mit den Spinalnerven noch nicht geschlossen, da die Beobachtungen der einzelnen Forscher sich zum Theil noch widersprechen. So kam z. B. Drummond, der Beobachtung Bidders gegenüber, durch mikroskopische Untersuchungen zu der Ueberzeugung, daß die Fasern der Verbindungsäste nach dem Eintritt in die Spinalnerven zum bei Weitem größten Theile, zuweilen ausschließlich, central verlaufen.

Function des Gangliennerven-Systems.

Daß die sympathischen Fasern empfindlich sind, beweisen nicht nur die Versuche mit Reizung der Ganglien, der Verbindungsäste und der peripherischen Aeste der Ganglienнerven, wodurch jedesmal Schmerz erregt wurde, sondern auch die heftigen, durch krankhafte Affectionen in den von Ganglienнerven versorgten Eingeweiden hervorgerufenen Schmerzen, wie die Schmerzen bei entzündlichen Affectionen der Gedärme, die Kolikschmerzen u. dgl. Doch ist, wie Funke ganz richtig hervorhebt, zwischen der durch Erregung der sympathischen und der durch cerebrospinale Fasern hervorgerufenen Empfindung insofern ein Unterschied, als durch den Sympathicus nur Schmerz und Gemeingefühl zum Bewußtsein kommt, nie aber Tastempfindungen. So wissen wir z. B. daß die Nerven der Schleimhaut des Darmcanals weder die Berührung der im Darmcanal befindlichen Speisen und Speisereste, noch ihre Temperatur, und ebensowenig die peristaltische Bewegung der Gedärme zum Bewußtsein bringen; ebenso werden die Eingeweide gar häufig durch Geschwülste, den schwangern Uterus, durch Ergießungen in die Bauchhöhle u. dgl. sehr gedrückt, ohne daß eigentliches Schmerzgefühl zum Bewußtsein gebracht wird. Die Sensibilität des Sympathicus steht also immerhin auf einer niedrigen Stufe, so daß nur heftige Reize im Stande sind, Schmerzgefühl hervorzurufen.

Bei der Frage, ob alle durch Reizung des Sympathicus hervorgerufenen Empfindungen nur allein im Gehirn zu Stande kommen, oder ob die Centraltheile des Sympathicus auch im Stande sind, wenigstens theilweise Empfindungen zu vermitteln, sind wir in der That von hieher bezüglichen Versuchen so ziemlich im Stich gelassen worden, wenn nicht der Versuch von Volkmann uns in dieser

Beziehung wenigstens einigermaßen befriedigen würde. Bei diesem Versuche wurden die Spinalnerven einer Extremität eines Frosches oberhalb der Eingangsstelle des **Ramus communicans** durchschnitten, so daß die mit den Spinalfasern zur Peripherie laufenden sympathischen Fasern ganz unverletzt und mit ihren Centralorganen verbunden blieben, und trotzdem war die Sensibilität ganz verloren, was doch gewiß gegen ein Zustandekommen einer Empfindung in den Centraltheilen des **Sympathicus** spricht. Wenn auch Funke gegen die Entscheidung dieser Versuche anführt, daß sie nur für diejenigen sympathischen Fasern gelten, welche den Spinalnerven beigemischt sind, nicht aber für die, welche vom Grenzstrang direct zu den Eingeweiden gehen, so ist dieses nach meiner Ansicht durchaus kein Grund, die Resultate dieser Versuche nur für theilweise entscheidend zu halten, denn die den Rückenmarksnerven beigemischten sympathischen Fasern stammen von denselben, oder doch von ganz ähnlichen Ganglienzellen des Grenzstranges, wie diejenigen, welche direct zu den Eingeweiden gehen; bei dieser Operation sind aber die sympathischen Fasern der betreffenden Extremität mit ihrem Centralorgan im Grenzstrang, nämlich den daselbst liegenden Ganglienzellen, noch in ganz unversehrter Verbindung, so daß, wären die letzten wirklich im Stande, Empfindungen zu vermitteln, dieses ungehindert geschehen könnte.

Vom anatomischen Standpunkte aus betrachtet wissen wir, daß von den central verlaufenden Fasern des Verbindungsastes zwischen dem Grenzstrang und den vereinten Rückenmarksnerven nur der kleinste Theil vom Rückenmark, der größere Theil dagegen von den Spinalganglien der hintern Rückenmarkswurzel stammt, während der größere Theil der von den sympathischen Ganglien kommenden Fasern mit den Spinalnerven zur Peripherie läuft; ebenso wissen wir von Kölliker, daß von den sympathischen Ganglien wirklich Nervenfasern ihren Ursprung nehmen, ein anderer Theil der Fasern des **Sympathicus** aber wirklich aus Gehirn und Rückenmark, sowie aus den Spinalganglien kommt. Wäre nun, wie Valentin behauptet, der **Sympathicus** nur ein System von Zweigen aus den Cerebrospinal-Nerven, so müßten nothwendiger Weise die mit sympathischen Fasern versehenen Theile dieselbe Sensibilität besitzen, wie die mit Cerebrospinal-Nerven versehenen; daß aber dieses nicht der Fall ist, wissen wir genau, und der Grund der verminderten Sensibilität

dieser Theile liegt nur darin, daß zwischen dem Sympathicus und den übrigen Centralorganen, welche die Empfindung allein vermitteln, nur eine theilweise directe Verbindung besteht, während der bei Weitem größte Theil der nach der Peripherie gehenden sympathischen Fasern in den Ganglienzellen des Grenzstranges ihren Ursprung hat und also nur mittelbar durch diese multipolaren Ganglienzellen mit dem Gehirn und Rückenmark in Verbindung steht und so die Empfindung hauptsächlich durch diesen eigenen anatomischen Zusammenhang mit den Empfindungsherden des Gehirns und Rückenmarks vermittelt wird, ohne daß die Ganglien des Sympathicus selbst im Stande sind, für sich Empfindung zu vermitteln.

Ganz anders verhält es sich mit den motorischen Verrichtungen der sympathischen Nerven, weil, wie das ausgeschnittene, im normalen Typus noch fortschlagende Froschherz zur Genüge den Beweis liefert, daß von den Ganglienzellen aus ganz selbstständig ohne alle Beihülfe von Gehirn und Rückenmark Contractionen organischer Muskeln hervorgerufen werden können, sowie auch die nach Zerstörung von Gehirn und Rückenmark noch selbstständig fortdauernden Bewegungen der Gedärme einen weitern Beweis für diese Ansicht liefern. Der Sympathicus besitzt also bezüglich seiner motorischen Functionen eine weit größere Selbstständigkeit, als hinsichtlich seiner sensiblen, obwohl auch in dieser Beziehung seine Selbstständigkeit keine unbedingte ist, da auch vom Gehirn und Rückenmark motorische Erregungen in den vom Sympathicus versehenen Theilen hervorgerufen werden können.

Ob nun die in den Ganglienzellen des Sympathicus auf die von ihnen ausgehenden motorischen Fasern übergehende Erregung sich selbstständig aus diesen Ganglien entwickelt, oder ob diese Erregung nur reflectorisch, durch Uebertragung einer von der Peripherie kommenden und in den Ganglienzellen auf deren motorische Fasern übergehenden Reizung zu Stande kommt, mag allerdings in einzelnen Fällen schwer zu entscheiden sein.

Soviel wissen wir jedenfalls gewiß, daß in den vom Sympathicus versehenen Theilen beide Arten von Erregungen vorkommen, und als ein unbestreitbarer Beweis für die selbstständige, automatische Entstehung einer solchen Erregung in den Ganglienzellen steht die im normalen Typus fortdauernde Contraction des ausgeschnittenen Herzens da, welche ihren Ursprung einzig und allein nur in den

ganglиösen Centralapparaten des Herzens haben kann, weil die Möglichkeit einer reflectorischen Erregung schon dadurch wegfällt, daß selbst das gegen jede Einwirkung eines äußern Reizes geschützte und in seinem Innern ganz blutleere Herz dennoch fortschlägt. Die automatische Erregung der von den Ganglienzellen ausgehenden motorischen Fasern ist also mit Bestimmtheit nachgewiesen, obwohl sonst die meisten vom Sympathicus ausgehenden Muskel-Contractionen auf rein reflectorische Weise zu Stande kommen mögen.

Die von Pflüger entdeckten Contractionen des Darms auf Reizung der vordern Spinalwurzeln lassen sich wohl am richtigsten und ungezwungensten durch die von Funke ausgesprochene Ansicht erklären, daß nämlich von den Centralapparaten des Gehirns und Rückenmarks durch die Wurzeln der Spinalnerven Commissurenfasern zu den motorischen Nervenzellen gehen, so daß auch das Cerebrospinal-Organ, abgesehen von der automatischen oder reflectorischen Anregung zu solchen Contractionen, im Stande ist, ihnen den Anstoß zu solchen Contractionen zuzuleiten.

Wie die Zuleitung einer Empfindung in den gereizten peripherischen Enden des Sympathicus zum Cerebrospinal-Centrum durch die eigenthümliche Verbindung der organischen Nerven mit den Ganglienzellen und der übrigen Centraltheile sehr erschwert wird, so ist auch dieselbe Verbindung dieser Nerven durch peripherische Ganglien der Grund, warum nicht, wie bei Reizung des Rückenmarks, auch auf Reizung des Grenzstranges Tetanus in diesen Theilen eintritt, sondern nur vorübergehende gesteigerte Contraction der Gedärme.

Als motorische Centralapparate für die Darmmuskeln müssen, neben gewissen Fasern vom Vagus, welche aber, wie wir früher gesehen, erst in seinem spätern Verlauf zu ihm treten, hauptsächlich die im Plexus solaris, also nicht die im Grenzstrang liegenden Ganglienzellen angesehen werden, auf deren Reizung stets tumultuarische peristaltische Bewegungen beobachtet werden, was bei Reizung des Grenzstranges nicht immer der Fall ist, nach Pflüger sogar das Gegentheil eintritt. Schon Ludwig fand, daß die nach Eröffnung der Bauchhöhle spontan eintretende Bewegung der Baucheingeweide sich erst recht ausbildet, wenn die Erregbarkeit des Rückenmarks abgeschlossen ist, also muß ein Theil der vom Rückenmark zu den Ganglien gehenden Nervenfasern bewegungshemmend wirken.

Durch die von Haffter vorgenommenen Untersuchungen zur Erforschung der Function der Nervi splanchnici erschien das Resultat, daß der Nervus splanchnicus major zwar empfindlich ist, dessen Durchschneidung aber weder den Hunger aufhebt, noch die Bewegung des Darmes.

Nach Eröffnung der Bauchhöhle sah Pflüger die Gedärme nicht unmittelbar, aber nach wenigen Augenblicken sich bewegen; besonders beginnen die Schlingen des Dünndarms die heftigsten Bewegungen, dann das **Colon ascendens** und das **Rectum**, während die übrigen Theile des Dickdarms, sowie der Magen bewegungslos bleiben; auch die Blase bewegt sich peristaltisch, sowie beim Weibchen der Uterus.

Nach der Schließung des primären Kreises des Magnetelectromotors wird das Thier von allgemeinem Tetanus befallen und mit hereinbrechendem Tetanus der animalen Muskeln hört auch die Bewegung der Gedärme auf und kann viel länger hervorgebracht werden, als es beim Herzen durch Reizung des **Vagus** möglich ist. Aehnlich, wie beim Herzen, kann man auch hier durch einen angebrachten äußern Reiz auf die tetanisirte Darmstelle eine Bewegung hervorrufen, die sich aber nicht auf die benachbarten Theile fortpflanzt, sondern gleich wieder in die frühere Ruhe zurücksinkt. Nach Eröffnung der Schließung verschwindet der Tetanus in den animalen Muskeln gleich, die Gedärme aber fangen erst nach 5—10 Secunden an sich zu bewegen, welche Bewegung zuerst sehr lebhaft ist, bald aber wieder abnimmt und in träge Bewegung übergeht. Jedesmal gerieth der Darm, nachdem ein intensiver Reiz die betreffenden Theile getroffen hatte, in lebhafte Bewegung. So oft Pflüger auf den regungslosen Darm einen Strom einwirken ließ, fing der Darm nach dessen Aufhören an, sich zu bewegen, welche Bewegung dann durch Tetanisiren der thierischen Theile wieder verschwand. Je schwächer die peristaltische Bewegung vor der Reizung war, um so länger dauerte die nach dem Tetanisiren eintretende Ruhe; nach dieser Ruhe bewegen sich zuerst die einzelnen Theile des Darmrohres, bald darauf aber geräth der ganze Dünndarm in heftige Bewegung, die aber schnell wieder abnimmt und in die gewöhnliche träge peristaltische Bewegung übergeht.

Wenn nun auch Pflüger den Grund dieser nach der Ruhe eintretenden lebhaften Bewegung nicht in der für einige Augenblicke

erschöpften Erregung des durch den Strom unmittelbar getroffenen Hemmungsnerven-Systems sucht, welches sich erst allmählich wieder erholt und seinen Einfluß auf die peristaltische Bewegung wieder gewinnt, so glaubt er darin doch die Ursache der von andern Beobachtern, wie z. B. J. Müller, nach Erregung der Nervi splanchnici erzeugten peristaltischen Bewegung der Gedärme zu finden, indem er annimmt, daß diese nicht während, sondern unmittelbar nach der Reizung eingetreten ist, nachdem durch die Reizung die Thätigkeit der Hemmungsnerven momentan vernichtet war.

Weil nun Pflüger beim Anlegen der Electroden an gewissen Stellen des Rückenmarks, wobei der eine auf den fünften oder sechsten, der andere auf den zehnten oder elften Brustwirbel kam, bei einem großen Kaninchen jedesmal die Beobachtung machte, daß beim Eintreten eines kräftigen Tetanus in den animalen Muskeln auch gleichzeitig die Bewegung der Gedärme aufhörte, so schließt er aus dem weitern Umstande, daß die directe Anwendung des electrischen Stroms auf die Gedärme Bewegung und nicht Erschlaffung in ihnen hervorruft, daß bei seinen Versuchen der electrische Strom außerhalb der Eingeweide gelegene Nerven getroffen habe, deren Erregung die peristaltische Bewegung der dünnen Därme hemmte.

Bei der Frage nun, welche diese Hemmungsnerven seien, sucht Pflüger mit Recht diese Hemmungsfasern in denjenigen Nervenstämmen, welche sich in die Ganglienzellen des Sonnengeflechtes begeben, aus welchen, wie wir bereits wissen, die motorischen Darmnerven entspringen, und dieses ist namentlich der Nervus splanchnicus, mehr oder weniger auch der Vagus und Phrenicus.

Aus den Versuchen mit Reizung des Vagus von Pflüger und Eduard Weber geht nur das negative Resultat hervor, daß durch Reizung des Vagus allein das Aufhören der Bewegung der Gedärme nicht erzielt werden kann. Bei Reizung des Nervus phrenicus auf nur einer Seite machte Pflüger stets die Beobachtung, daß der Dünndarm fast augenblicklich aufhörte, sich zu bewegen, während der untere Theil des Colon, sowie das Rectum ihre Bewegung ungestört fortsetzten. Am besten kann man nach Pflüger die Hemmungsfunction der Nervi splanchnici beobachten, wenn man zuerst einige Minuten lang die Regungen des Dünndarms beobachtet, um die Art der Bewegung einer bestimmten Schlinge zu studiren. Findet man dann die Schlinge, welche sich fortwährend

durch Contraction der Längsmuskelschichte auf ihrer horizontalen Unterlage hin und her schiebt, und bemerkt man, daß diese Schlinge eben aus einer Bewegungsrichtung nach der andern umkehren will, so beginnt man die Reizung der Nervi splanchnici, und die Schlinge bleibt ruhig und geht nicht in die andere Richtung der Bewegung über. In dem Augenblicke, in welchem die Schlinge im Begriff steht, eine neue Bewegungsrichtung anzunehmen, erscheint nach Pflüger der Erfolg der Reizung momentan, hat aber die Bewegung schon begonnen, so bemerkt man, daß sie noch einen kleinen Weg zurücklegt, wie beim Herzen die Ventrikel sich noch contrahiren, wenn zugleich mit beginnender Contraction der Atrien das Tetanisiren des Vagus beginnt; doch ist diese Zwischenzeit zwischen dem angewandten Reiz und dem Eintritt der Hemmung so klein, daß deren Beobachtung eine große Aufmerksamkeit erfordert, da sie nach Pflüger höchstens $1/_5$—$1/_3$ Secunde beträgt.

Macht man die Beobachtung an einer Schlinge, welche niemals in allen ihren Muskeln gleichzeitig außer Thätigkeit ist, sondern sich bald hier, bald dort contrahirt, und beginnt man hier die Erregung, so sieht man das etwas contrahirte Rohr weiter werden und in seine Ruhelage hinsinken, wo es eine Zeit lang bewegungslos verharrt, bis die neuen Contractionen nach Aufhören der Reizung der Splanchnici beginnen, um es wieder auf eine, der Contraction entsprechende Lage überzuführen, woraus hervorgeht, daß während der Reizung der Nervi splanchnici die Darmmuskeln in der Diastole ruhen, wie das Herz bei Reizung des Vagus.

Nach Pflüger erzeugt aber die hemmende Wirkung des Splanchnicus diesen diastolischen Stillstand sowohl in der Längenmuskelschicht, als auch in der Ringmuskelschicht des Darmrohres, weil Schlingen, die sich etwas verengert hatten, während der Reizung des Splanchnicus wieder weiter werden.

Bei allen seinen Versuchen überzeugte sich Pflüger vollkommen, daß die Reizung der Splanchnici einer Seite hinreicht, um den ganzen, in Bewegung begriffenen Dünndarm zur Ruhe zu bringen.

Bezüglich der Frage, welcher von beiden die Nervi splanchnici einer Seite zusammensetzenden Stämme die Hemmung erzeugt, lieferten Pflügers Versuche das Resultat, daß sowohl die alleinige Reizung des Splanchnicus major einer Seite, als die des

Splanchnicus minor im Stande ist, den bewegten Darm zur Ruhe zu bringen, und zwar beide mit gleicher Kraft.

Wird während der Reizung der Nervi splanchnici eine bestimmte Stelle einer Darmschlinge erregt, so bewegt sich dieselbe, kehrt aber gleich wieder in ihre Ruhe zurück, gleichviel, ob die Reizung eine electrische oder eine mechanische ist.

Daß sich die hemmende Wirkung der Nervi splanchnici nicht auf die dicken Gedärme erstreckt, geht aus Pflügers Versuchen hervor, welcher die Beobachtung machte, daß, wenn die dünnen Därme während der Erregung der Splanchnici ruhten, das Colon descendens und Rectum in immerwährender Bewegung verharrten und ihren Inhalt weiter nach abwärts schoben; ebenso beobachtete er, daß der Dickdarm ruhig fortfuhr, seine Taschen ein- und auszustülpen, während die Dünndarmschlingen nach Erregung der Hemmungsnerven ihre Thätigkeit augenblicklich einstellten. Ebensowenig konnte eine Erregung des Rückenmarks eine Hemmung der Bewegung des Colon erzeugen, so daß dasselbe in der That keine Hemmungsnerven zu besitzen scheint, wobei übrigens Pflüger in dieser Beziehung auf den wohl zu berücksichtigenden Umstand aufmerksam macht, daß weder die Vagi noch die Splanchnici im Stande sind, einen während ihrer Thätigkeit die Muskelsubstanz des Herzens oder des Dünndarms treffenden Reiz unwirksam zu machen, und weil nun die stets im Colon bemerkbaren Kothmassen als beständiger Reiz auf das Intestinalrohr wirken, so erscheint die Abhängigkeit oder Unabhängigkeit des Dickdarms von den Nervis splanchnicis noch zweifelhaft.

Bezüglich des Verhaltens der peristaltischen Bewegungen nach Lähmung der Hemmungsfasern überzeugte sich Pflüger durch seine Versuche, daß nach der Durchschneidung beider Nervi splanchnici eine Verstärkung der peristaltischen Bewegungen nicht vorhanden ist, wie man sie nach der Tödtung des Thieres auftreten sieht, ein Beweis, daß die Ursache jener Verstärkung dieser Bewegungen nach dem Tode nicht in der Erlahmung der Hemmungsnerven liegt. Zugleich geht aus Pflügers Versuchen so ziemlich gewiß hervor, daß der Dünndarm keine andern Hemmungsfasern besitzt, weil bei Tetanisirung der oben bezeichneten Dorsalgegend die hemmende Wirkung so stark auftritt und nach Durchschneidung der Nervi splanchnici so vollständig vernichtet ist.

Die Art und Weise, wie die Nervi splanchnici die peristaltische Bewegung hemmen, ist bisher noch unbekannt; wir können sie uns nicht anders denken, als daß, wie die Fasern des Vagus am Herzen, so auch die Nervi splanchnici mit den Ganglienzellen des Plexus solaris, aus welchen auch die motorischen Fasern für die Gedärme entspringen, in einer solchen Verbindung stehen, daß sie dadurch in den Stand gesetzt werden, die Innervation auf irgend eine, uns unbekannte Weise zu stören. Die von Brown-Sequard, Donders, Schiff und Betz in dieser Beziehung aufgestellten Ansichten sind zum Theil einander so widersprechend, daß kein befriedigender Schluß daraus zu ziehen ist.

Brown-Sequard z. B. sucht die hemmende Wirkung des Vagus auf die Herzcontractionen dadurch zu erklären, daß er annimmt, die Rami cardiaci des Vagus seien die vasomotorischen Nerven der Arteriae coronariae cordis; durch Reizung dieser Fasern werden nun diese Arterien verengert und durch diese Verengerung auch der gehörige Blutzufluß in die Substanz des Herzens gehindert und dadurch das Herz zum Stillstande gebracht; umgekehrt erzeugt Durchschneidung dieser Fasern Erweiterung der Herzgefäße und dadurch vermehrten Zufluß des Blutes in die Herzsubstanz und vermehrte Thätigkeit. Auf diese Weise könnte man sich auch die hemmende Wirkung der Nervi splanchnici erklären. Was nun die Versuche betrifft, welche in der neuesten Zeit über die Einwirkung des Blutstroms auf die peristaltischen Bewegungen angestellt wurden, so hat nach Brown-Sequard die nach der Eröffnung des Bauches auftretende lebhafte Bewegung der Gedärme ihren Grund in einer Reizung durch das venöse Blut, während Schiff gerade das Gegentheil, nämlich gestörte Blutbewegung in den Darmgefäßen, für die Ursache hält, weil nach Compression der Aorta bei lebenden Thieren unterhalb des Zwerchfells die peristaltische Bewegung ebenso gesteigert wird, wie nach dem Tode des Thieres, nach Aufhören des Druckes aber wieder dieselbe Ruhe eintritt, was auch Donders bei einer Katze beobachtete, bei welcher er die Aorta comprimirte, während nach den Versuchen von Betz eine Blutanhäufung die Contraction mechanisch hemmt. Donders endlich glaubt die Ursache der lebhaften Contractionen in einer Veränderung des Blutlaufs suchen zu müssen, nur nicht in der Anämie oder Hyperämie.

Nimmt man also an, daß die Nervi splanchnici wirklich

vasomotorische Nerven der Darmgefäße sind, so muß der auf sie angewandte electrische Strom diese letztern verengern, weil es erwiesen ist, daß electrische Erregung der Nerven Contraction der betreffenden Arterien zur Folge hat. Wenn nun aber nach der Ansicht von Betz Blutanhäufung die Contraction mechanisch hemmt, so müßte die electrische Reizung der Nervi splanchnici, weil sie die Gefäße contrahirt, nothwendig das Gegentheil bewirken, und also nicht verminderte, sondern vermehrte peristaltische Bewegung zur Folge haben.

Die von Pflüger bei seinen Versuchen gewonnenen Resultate, welche auch Kölliker bestätigte, sind kurz folgende:

1) Die Erregung der Nervi splanchnici erzeugt fast augenblicklich Stillstand der peristaltischen Bewegungen der dünnen Gedärme.

2) Die Erregung der Nervi splanchnici auf einer Seite reicht bei gut angestelltem Experimente aus, den ganzen Dünndarm in seiner Bewegung zu hemmen.

3) Die zwischen dem Beginn der Erregung der Nervi splanchnici und dem Eintritt der hemmenden Wirkung verfließende Zeit ist sehr kurz, doch läßt sich dieselbe in der Regel ohne feinere Hülfsmittel wahrnehmen.

4) Der durch Reizung der Nervi splanchnici erzeugte Stillstand der dünnen Gedärme findet nicht in der Systole, sondern in Diastole der gesammten Muskulatur des Darmes statt.

5) Mit dem aufhörenden Tetanus der Nervi splanchnici, vorausgesetzt, daß seine Dauer eine gewisse Grenze nicht überschreitet, fangen die Bewegungen des ruhenden Dünndarms nicht unmittelbar wieder an, sondern die Tetanisirung wirkt nach, und zwar um so länger, je stärker und länger die Reizung einwirkte, und je schwächer die peristaltische Bewegung vor der Reizung der Nervi splanchnici war.

6) Die nach der Reizung der Nervi splanchnici in den dünnen Därmen wieder auftretenden peristaltischen Bewegungen sind nicht schwächer als diejenigen, welche vor der Reizung stattfanden.

7) Die Bewegungen des Dickdarms können höchst wahrscheinlich durch Erregung der Nervi splanchnici weder gehemmt noch gesteigert werden.

8) Wenn selbst nur der Nervus splanchnicus major oder nur

der minor auf einer Seite electrisch gereizt wird, so gilt dennoch für den Erfolg alles, was bis dahin für die Nervi splanchnici angegeben worden ist.

Einfluß der motorischen Fasern des Sympathicus auf die Gefäße.

Höchst wichtig für die Ernährung, Absonderung und Entwicklung der thierischen Wärme ist der Einfluß der motorischen Fasern des Sympathicus und der Nerven überhaupt auf die Gefäße.

In dieser Beziehung sind zunächst die durch verschiedene Versuche gewonnenen Resultate vor Allem im Auge zu behalten, daß nämlich Reizung der vasomotorischen Nerven Verengerung, Durchschneidung derselben dagegen Erweiterung der betreffenden Gefäße zur Folge hat.

Nun haben die Versuche von Bernard, Waller, Schiff und Brown-Sequard bewiesen, daß Durchschneidung des Sympathicus am Halse constant eine Temperatur-Erhöhung der entsprechenden Seite des Kopfes zur Folge hat, so zwar, daß die Temperaturdifferenz nach den Untersuchungen an verschiedenen Thieren 3—6° C. beträgt und Waller beobachtete bei einer Lufttemperatur von 0° nach Durchschneidung des Sympathicus sogar eine Temperaturdifferenz von 10° auf beiden Seiten. Diese Temperatur-Erhöhung kann nur die Folge der Erweiterung der Arterien der betreffenden Theile und des dadurch vermehrten Blutzuflusses sein, was schon daraus hervorgeht, daß nach Bernard, Waller und Brown-Sequard durch Galvanisiren des Sympathicus das Gegentheil erfolgt, nämlich Temperatur-Erniederung in Folge der Verkleinerung des Lumens der Arterien, und man nach Waller im Stande ist, durch Galvanisiren das Lumen der Arterien so zu verkleinern, daß sie wie geschlossen sind und eine locale Entzündung hiedurch gänzlich aufgehoben werden kann.

Diesen Erfahrungen gemäß können wir also annehmen, daß die Muskeln der Gefäßwandungen durch die motorischen Fasern des Sympathicus in einer beständigen, wenn auch nicht bedeutenden Contraction erhalten werden, welche Contraction also nach Aufhebung des Einflusses der motorischen Fasern des Sympathicus wegfällt, daher die Erweiterung.

Dieser gegenwärtig unbestrittenen Thatsache gegenüber entsteht

übrigens die Frage, ob die Quellen dieser Contraction wirklich in den sympathischen Ganglien oder im Rückenmark selbst zu suchen seien, eine Frage, deren Beantwortung gegenwärtig unter den Physiologen zum Theil ein Gegenstand des Streites ist. Sehr interessant in dieser Beziehung ist die Entdeckung Pflügers, nach welcher durch Reizung der vordern Spinalwurzeln dieselbe Contraction der Gefäßmuskeln bewirkt werden kann, wie durch Reizung des Sympathicus. Aehnliches beobachtete auch Budge, daß nämlich nach Durchschneidung der betreffenden vordern Wurzeln, sowie nach Entfernung einer Seitenhälfte des Rückenmarks, vom letzten Hals- bis zum dritten Brustwirbel, die Temperatur des Ohrs derselben Seite sich bald um 5^0 erhöht. Daß nun diese Temperatur-Erhöhung nur von dem, in Folge der Gefäßerweiterung vermehrten Blutzuflusse herrühren kann, versteht sich wohl von selbst, wird aber noch durch die Versuche von Schiff bestätigt, nach welchem keine Temperaturzunahme zu bemerken ist, wenn vor der Durchschneidung des Sympathicus die Carotiden und Vertebral-Arterien unterbunden wurden.

Daß die Nerven erregend auf die Muskelfasern der Gefäße wirken, unterliegt jetzt keinem Zweifel mehr, und schon im normalen, nicht gereizten Zustande zeigen diese Nerven ein gewisses Maß von Thätigkeit, indem sie die durch den Blutdruck ausgedehnten Gefäße in einem gewissen Grade von Contraction erhalten und so dem Blutdruck entgegenwirken. Durch eine künstliche Lähmung dieser Nerven kann natürlich der Blutdruck ungehindert wirken, die Gefäße werden also über das Normale erweitert, so daß sich in den hiedurch mit Blut überfüllten Organen Temperatur, Anbildung und Ausscheidung ändern muß.

Stilling und Henle sind der Ansicht, daß diejenigen Nervenfasern, von welchen die Contraction der Gefäße abhängt, zunächst ausschließlich sympathisch sind, allein doch von den Cerebrospinal-Centren entspringen und vor ihrer peripherischen Verbreitung entweder die Spinalganglien oder die Ganglienzellen des Grenzstranges betreten, wo sie mit den sensiblen Nerven in eine reflectorische Communication treten. Wie wir früher gesehen haben, besitzen nach Stilling die sensiblen Fasern des Sympathicus nicht bloß die Function, Eindrücke von der Peripherie zu den Centren zu leiten, sondern sie sind es auch, welche reflectorisch die motorischen Fasern der Gefäßnerven zur Contraction reizen und also auch einen gewissen Tonus

der Gefäße erhalten, so daß es demnach nach Stilling sensible und motorische Gefäßnerven gibt.

Schiff, welcher sich schon früher damit beschäftigte, die specifische Beziehung der Gefäßnerven zu den Ganglienzellen des Sympathicus zu prüfen, kam zu Resultaten, welche die wieder erlangte Selbstständigkeit des Sympathicus sehr in Frage stellten. Er hatte nach Ausrottung des ganzen Bauchstranges bei Fröschen in den Gefäßen der Schwimmhaut keine Veränderung beobachtet, dagegen die Wahrnehmung gemacht, daß die Gefäßnerven des Magens und der Eingeweide der Säugethiere, welche unzweifelhaft den Ganglienstrang durchsetzen, durch Verletzung der Cerebrospinal-Nerven sehr bald gelähmt werden, so wie, daß nach Durchschneidung der cerebrospinalen Fußnerven des Frosches Erweiterung der Gefäße der Schwimmhaut und sogar Stockungen eintreten, aus welchem Allem Schiff zu der Ansicht kam, daß der Sympathicus, weit entfernt, der vorzugsweise Nervus vasomotorius zu sein, vom Gehirn und Rückenmark nicht nur die ihn durchsetzenden motorischen und sensiblen, sondern auch die ihn durchsetzenden Gefäßnerven erhalte und daß aus diesem Grunde Gehirn und Rückenmark als Centralorgane betrachtet werden müssen.

Bernard gibt die, auch von andern Forschern gewonnenen Resultate zu, daß nach Durchschneidung des Sympathicus am Halse, die am Kopfe, und besonders am Ohre sichtbaren kleinen Gefäße sich stärker anfüllen und diese Theile zugleich wärmer werden, sieht aber merkwürdiger Weise diese erhöhte Temperatur nicht für die Folge der größern Blutfülle an. Seiner Ansicht zufolge sind die Erscheinungen der Blutcirculation nach Durchschneidung des Sympathicus activer und nicht passiver Natur. Durch die Durchschneidung des Kopf-Sympathicus entsteht nach ihm ein Symptomen-Complex, welcher den directen und antagonistischen Gegensatz zu dem, durch Durchschneidung eines Theils der Cerebrospinal-Nerven entstandenen bildet, auf welche Durchschneidung nämlich die entsprechende Kopfhälfte weniger blutreich als im Normalzustande, kälter und weniger empfindlich wird, gerade so wie bei der galvanischen Reizung des durchschnittenen Kopf-Sympathicus, so daß Bernard die Wärmevermehrung nach Durchschneidung des Sympathicus bloß für ein Symptom des zwischen centrospinalen und sympathischen Nerven bestehenden Antagonismus hält, und die Ausdehnung der Arterien

nicht in der Lähmung derselben, sondern in dem, in den sympathisch gelähmten Theilen vermehrten Blutzufluß sucht. Die Erweiterung der Arterien nach Durchschneidung des Sympathicus ist also nach Bernard bloß die Folge der vermehrten Blutcirculation, sowie die Verengerung derselben durch Galvanisiren des durchschnittenen Sympathicus nur die Folge des geringeren Blutzuflusses ist.

Unter andern Forschern haben übrigens, der Ansicht Bernards gegenüber, namentlich Brown-Sequard und Waller die gewiß richtige Ansicht ausgesprochen, daß die nach Durchschneidung des Kopf-Sympathicus in den betreffenden Theilen sich einstellende erhöhte Temperatur nur die Folge der Lähmung der Ringfasern der Arterien, und die Erweiterung der Blutgefäße am Kopf also eine paralytische sei.

Gegen die von Bernard ausgesprochene Ansicht tritt in der neuesten Zeit besonders Schiff auf, indem er behauptet, daß die Ueberfüllung der betreffenden Blutgefäße nur von der Lähmung dieser letztern abhänge. „Wenn ein Organ, sagt Schiff, oder ein Körpertheil unabhängig von der Spannung seiner Gefäße, von der allgemeinen Blutcirculation mehr Blut enthält, als im Normalzustande, so kann dieses nur von zweierlei Ursachen herrühren, nämlich, entweder entsteht zwischen dem nicht mehr sympathisch innervirten Parenchym und dem Blute eine Anziehung, oder die Durchschneidung des Sympathicus bewirkt, nach der Ansicht Bernards, daß die zuführenden Gefäße den Blutandrang vermehren."

Bezüglich der ersten Ansicht, daß nämlich die Anziehung zwischen Blut und Parenchym eine gesteigerte sei, bemerkt Schiff ganz richtig, daß in diesem Falle gerade diese Anziehung den Rückfluß des Blutes eher beschränke, und also in den Venen nothwendig eine relative Leere entstehen müßte; im Gegentheil aber beobachtet man in allen, der Beobachtung zugänglichen Theilen, daß gerade durch Lähmung der Gefäßnerven die Venen sich eben so stark, und in einzelnen Fällen sogar noch stärker erweitern, als die Arterien, was zwar Waller nicht zugibt, aber, wie wir weiter unten sehen werden, aus nicht stichhaltigen Gründen.

Was nun den vermehrten Blutandrang in den zuführenden Gefäßen, als die von Bernard ausgesprochene Ursache der Blutanhäufung, betrifft, so müßte, wenn dieses wirklich der Fall wäre, der Druck in diesen zuführenden Gefäßen gesteigert werden; daß dieses

aber nicht der Fall ist, hat Schiff durch seine Versuche an Kaninchen mit dem Manometer bewiesen, indem er beobachtete, daß nach der Durchschneidung des Sympathicus an dem mit der Carotis in Verbindung gebrachten Manometer durchaus keine Steigerung des Blutdruckes in derselben wahrzunehmen war; ebenso zeigte sich nach ihm auch bei Hunden nach Durchschneidung des Vagosympathicus auf beiden Seiten am Halse keine Erhöhung des Blutdruckes in den Carotiden. Die Ansicht Bernards ist also nach allem diesem nicht richtig, und wir dürfen die feste Ueberzeugung hegen, daß die Erweiterung der Gefäße nach der Durchschneidung des Sympathicus nur die Folge der Lähmung der Gefäßnerven und die durch Galvanisiren des durchschnittenen Sympathicus entstandene Verengerung nur die Folge des Reizzustandes der Gefäßnerven ist.

Die weitere Behauptung Bernards, daß die nach Durchschneidung des Sympathicus in den betreffenden Theilen eintretende Erhöhung der Temperatur mit der Ausdehnung der Blutgefäße in gar keiner engern Beziehung stehe, da man schon am zweiten, noch mehr aber am dritten Tage nach der Durchschneidung die Beobachtung machen könne, daß die Ausdehnung der Gefäße des Ohrs sich sehr vermindert habe und endlich fast ganz verschwunden sei, während die Temperatur-Erhöhung nach der Durchschneidung des Sympathicus sich mehrere Wochen, und nach der Exstirpation des Ganglion cervicale supremum auf unbegrenzte Zeit erhalte, — hat Schiff dadurch widerlegt, daß er bei seinen Versuchen an Hunden fand, daß nach der Herausschneidung eines Stückes des Hals-Sympathicus, so daß keine Regeneration mehr eintreten kann, die Temperatur-Erhöhung im entsprechenden Ohre von ebenso unbegrenzter Dauer ist, wie wenn man das Ganglion cervicale supremum ausgeschnitten hat, so daß es also scheint, daß bei Bernards Versuchen das Eintreten der Regeneration der durchschnittenen Theile nicht verhütet wurde. Ebenso fand Schiff, den Beobachtungen Bernards gegenüber, eine viel größere Temperaturdifferenz zwischen beiden Ohren, so am Morgen eine Differenz im Mittel von 9 Centigraden, wobei die Differenz gegen Mittag, sowie überhaupt bei warmer Temperatur etwas kleiner wurde, während Bernard die gewöhnlich von ihm beobachtete Temperaturdifferenz auf 4—5° angab. Ebenso nahm aber nach Schiffs Beobachtungen die Größe der Gefäßanfüllung mit der Größe der Temperatur-Erhöhung ab

und zu, sogar bei Kaninchen und Meerschweinchen, welche in dieser Beziehung ganz andere Verhältnisse darbieten als Hunde, indem sich bei diesen nach einigen Tagen die Ausdehnung der Gefäße des Ohrs so vermindert, daß man nach 3—4 Tagen fast nur mit der Lupe noch einen Unterschied in den Gefäßen beider Ohren erkennt; in demselben Verhältnisse sah aber auch Schiff die Temperaturdifferenz abnehmen.

Wie also die nach Durchschneidung des Sympathicus eintretende Blutanhäufung in den betreffenden Theilen die Folge der Nervenlähmung der Gefäße ist, so ist auch die erhöhte Temperatur dabei die Folge des vermehrten Blutzuflusses. Wie Schiff ganz richtig bemerkt, würde ein todter, der Abkühlung beständig ausgesetzter Theil eines thierischen Körpers, durch dessen Gefäße man warmes Wasser in beständigem Strome spritzte, um so wärmer werden, und die Abkühlung um so mehr ausgleichen, je mehr erweitert die vom warmen Wasser durchströmten Gefäße wären; so auch mit dem warmen Blute, nur kommt hier noch der weitere Umstand in Betracht, daß gerade im Blute selbst die Hauptquelle aller thierischen Wärme und besonders in dem der Capillargefäße, nämlich der Stoffwechsel, am meisten vor sich geht, und zwar um so mehr, je größer die Blutmenge ist, und je schneller dieselbe wechselt, woraus also hervorgeht, daß die Nerven auf die Temperatur-Verhältnisse des thierischen Organismus einen nicht unwichtigen Einfluß haben.

Als einen weitern Beweis, wie sehr die Erweiterung und Verengerung der Gefäße und die hievon abhängige Blutfülle von dem Einfluß der Gefäßnerven abhängt, möchte ich noch die Beobachtung von Schiff anführen, daß nämlich nach Durchschneidung des Sympathicus in der Iris nicht, wie man bisher glaubte, Blutüberfüllung eintritt, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil die Blutgefäße der Iris ihre Nervenfasern nicht vom Sympathicus, sondern vom Trigeminus erhalten. Schneidet man auf der einen Seite den Sympathicus, auf der andern den Trigeminus durch, so sieht man, daß sich die Gefäße der Iris derjenigen Seite, auf welcher der Trigeminus durchschnitten ist, schnell mit Blut füllen, während die der andern Seite unverändert bleiben.

Die Richtigkeit der von Bernard als ausgemachte Thatsache aufgestellten Ansicht, daß nämlich Lähmung des Sympathicus die

Temperatur stets erhöhe, während Lähmung der cerebrospinalen Nerven die Temperatur in den gelähmten Theilen stets herabsetze, hat Schiff dadurch wieder sehr in Frage gestellt, daß er nachwies, daß auch nach der Durchschneidung der cerebrospinalen Nerven in gewissen Theilen Temperatur-Erhöhung folge, und daß überhaupt nicht alle Gefäße des Kopfes von sympathischen Fasern versorgt werden; so machte er schon, obwohl ausnahmsweise, bei Kaninchen und Meerschweinchen die Beobachtung, daß die für das Ohr derselben bestimmten Nervenfasern entweder gar nicht, oder doch nur in geringer Anzahl vom Rückenmark durch den Sympathicus verlaufen, sondern entweder ganz, oder doch wenigstens größtentheils in der Bahn des Nervus auricularis cervicalis, aus welchem Grunde wahrscheinlich auch Brown-Sequard bei einzelnen Kaninchen nach Durchschneidung des Sympathicus keine besondere Vermehrung der Gefäßfülle und Temperatur-Erhöhung am Kopfe beobachtete, und was auch Waller zu der Ansicht brachte, daß sich auf Nervenreizung nur die Arterien, aber nicht die Venen zusammenziehen, da nach Schiffs Beobachtungen einige Gefäße sich auf Reizung des Sympathicus, andere auf Reizung des Cervicalis zusammenziehen. Daß aber die im Cervicalis enthaltenen Gefäßfasern nicht vom Sympathicus stammen, hat Schiff dadurch bewiesen, daß er nach der Durchschneidung der Wurzeln des Auricularis cervicalis dieselben Resultate erhielt.

Die Gefäße des Ohres enthalten also verschiedene Nervenfasern, ebenso gibt es aber nach Schiff noch viele andere Theile am Kopfe, deren Gefäße ihre Nervenfasern nicht vom Sympathicus, sondern von Gehirnnerven erhalten, wie die Gefäße der Iris, der Conjunctiva, des Augapfels, der Zunge, des Unterkiefers, des Zahnfleisches und des Bodens der Mundhöhle, obwohl allerdings auch diesen Nerven viele sympathische Fasern beigemischt sind.

Pflüger, welcher seine Versuche über die Einwirkung der vordern Wurzeln der Spinalnerven auf das Lumen der Blutgefäße an Fröschen fortsetzte, wollte namentlich diese Versuche von dem Verdachte reinigen, als könnte die Verengerung der Arterien der Schwimmhaut und des Mesenteriums bei Tetanisiren der vordern Wurzeln etwa eine den secundären Zuckungen vom Nerven oder Muskel aus analoge Erscheinung sein. Zu diesem Zwecke legte er bei den hiezu benützten großen Fröschen die Electroden so an, daß

zwischen dem Körper des Frosches und der demselben nächsten Electrode ein beträchtlicher Zwischenraum blieb, zwischen beiden Electroden jedoch nur ein kleiner. Die an sich schwachen Ströme wurden hiedurch in ihrer Wirkung noch mehr geschwächt, so daß in dem angelegten Rheoscop keine secundäre Zuckung hervorgerufen wurde. Die Contraction der Arterien trat ein, aber niemals, wenn auf gleiche Weise die hintern Wurzeln tetanisirt wurden. Zur Beseitigung einer allenfallsigen secundären Wirkung vom Muskel aus, durchschnitt Pflüger den Stamm des **Ischiadicus** unter dem Abgange der Aeste des Oberschenkels und tetanisirte dann den freigelegten **Plexus ischiadicus**, oder er tetanisirte den am Oberschenkel freigelegten **Ischiadicus** und beobachtete die von dem entblößten **Gastrocnemius** aus erfolgenden Zuckungen am Rheoscop. Der Nerv desselben hörte bei der Ermüdung des Muskels auf, zu reagiren, während die Contraction der Arterien bei einer, alle 3—6 Minuten wiederholten Tetanisirung 4—6 Stunden lang beobachtet wurde, und zwar dann am besten, wenn die Muskeln schon sehr ermüdet waren. Die Beobachtung an den Venen war verschieden, indem nämlich nicht stets dieselbe Veränderung ihres Lumens beobachtet wurde, sondern ihr Lumen wurde bald weiter, bald etwas enger, und Pflüger glaubt in dieser Beziehung, daß von den vordern Wurzeln aus der Einfluß jedenfalls so klein sei, daß er durch andere Circulationsstörungen von Skeletmuskeln oder Arterien aus versteckt werde. Auch Meißner behauptet, daß Reizung des **Sympathicus** am Halse nach den bisherigen Beobachtungen ohne Einfluß auf die Venen des Ohrs bei Kaninchen sei. Wie ich aber weiter oben schon gezeigt, beobachtete Schiff in allen, der Beobachtung zugänglichen Theilen, daß durch Lähmung der Gefäßnerven die Venen sich eben so sehr, oder noch mehr erweitern, als die Arterien, und wenn nun Pflüger auf Reizung der vordern Wurzeln der Spinalnerven eine wenigstens sehr mangelhafte Veränderung des Lumen der Venen beobachtete und nach Meißner auch der **Sympathicus** am Halse ohne Einfluß auf die Venen des Ohrs ist, so ist dieß nur ein Beweis, daß in beiden Fällen die Gefäßnerven der betreffenden Venen nicht getroffen wurden.

Nach Durchschneidung einzelner Nervenpaare der Extremitäten in der Nähe der Spinalganglien bemerkte Türck mitunter eine sehr auffallende vorübergehende Temperatur-Erhöhung an den Extremi-

täten, und Brown-Sequard beobachtete bei Kaninchen, Meerschweinchen und Hunden, welchen die hintern Wurzeln der fünf oder sechs letzten Dorsalnerven und der ersten beiden Lumbarnerven durchschnitten waren, an den hintern Extremitäten eine Gefäßausdehnung und eine Erhöhung der Temperatur um 1—3°.

Auch de Ruyter fand bei sechs Hunden wenige Minuten nach der Durchschneidung des vereinigten Vagus und Sympathicus eine nicht unmerkliche Erhöhung der Temperatur.

Die Behauptung von Bernard, daß nach der Exstirpation des Ganglions die Wirkung noch deutlicher ausgeprägt sei, als nach der Durchschneidung der Nerven, fand Callenfels nur einmal richtig, wogegen er in mehreren Versuchen, in denen genaue Beobachtungen gemacht wurden, das Gegentheil wahrnahm; in zwei Fällen konnte nach der Nerven-Durchschneidung die Temperatur-Erhöhung nach 121 und nach 155 Tagen noch beobachtet werden. Sind die Ohrgefäße nach Durchschneidung des Nerven oder des Ganglions einmal bleibend ausgedehnt, so ist der intensivste Reiz am Ohr nicht mehr im Stande, eine Zusammenziehung mit ihren Folge-Erscheinungen hervorzurufen; dagegen wird das Ohr der unverletzten und nicht gereizten Seite roth und warm. Einige Tage nach der Nerven-Durchschneidung aber ließen sich nach Callenfels vom Ohre aus wieder Contraction und consecutive Ausdehnung der Gefäße mit Temperatur-Erhöhung bewirken und zwar lange Zeit, ehe die Regeneration des Nerven begonnen hat. Dieses wurde besonders durch Reizung des centralen Endes des durchschnittenen Nervus auricularis posterior, des sensiblen Nerven der hintern Seite des Ohrs, constatirt.

Daß, wie Schiff beobachtete, auch im Nervus auricularis posterior vasomotorische Fasern verlaufen, wird auch von Callenfels bestätigt.

Die von Bernard und Brochet gewonnenen Resultate über den Einfluß des Sympathicus auf die Gefäße des Gehirns, nach welchen Durchschneidung des Hals-Sympathicus bei Hunden die Temperatur in der entsprechenden Hirnhälfte steigert, konnte Schiff bei seinen Versuchen an Meerschweinchen und Kaninchen nicht finden, und schließt daher, daß die Gefäßnerven der Hirn- und Rückenmarkshäute aus verschiedenen Nervenwurzeln entspringen. Dieses scheint übrigens nicht der Fall zu sein, da auch die von Donders und Callenfels hierüber angestellten Versuche für die von Bernard

und Brochet gewonnenen Resultate sprechen. Allerdings lieferte auch hier die einseitige Durchschneidung des Sympathicus am Halse bezüglich der Ausdehnung der Gefäße der Pia mater derselben Seite nicht ganz sichere und constante Ergebnisse; allein der Einfluß des Sympathicus auf die Gefäße des Gehirns konnte mit Bestimmtheit wahrgenommen werden, als sie bei einem Kaninchen mit geöffnetem Schädel den Sympathicus reizten und während der Reizung Contraction zweier kleiner Arterien derselben Seite beobachteten, welche sich gleich nach der Reizung so erweiterten, daß ihr Durchmesser 2—3mal größer wurde. Dieser Versuch wurde mehreremal auch auf der andern Seite wiederholt und lieferte stets dieselben Resultate, so daß der Einfluß des Sympathicus auf die Gefäße des Gehirns außer allem Zweifel steht.

Die Durchschneidung vasomotorischer Nerven scheint übrigens nicht nur eine Erhöhung der Temperatur in den betreffenden Theilen zur Folge zu haben, sondern im Gegentheil auch die Theilnahme dieser Theile an der im Körper allgemein gesteigerten Temperatur zu beschränken, wie aus folgenden Beobachtungen von Schiff hervorgeht: Hat man bei einem Hunde den Sympathicus am Halse einseitig durchschnitten, so zeigt das betreffende Ohr, wenn das Thier beständig im Stalle eingeschlossen bleibt, so oft und so lange nach der Operation es auch untersucht wird, eine Erhöhung der Temperatur von 5—9°, gegenüber dem andern Ohre, sowie Ausdehnung der Gefäße. Wenn man nun den Hund bei warmem Wetter im Freien und im Sonnenschein herumlaufen läßt, und die Ohren untersucht, wenn der Hund erhitzt ist, rasch athmet mit offenem Munde und hervorgestreckter Zunge, dann wird man finden, daß das früher wärmere Ohr der operirten Seite jetzt um 1—5° kälter ist als das gesunde und seine Gefäße weniger gefüllt sind, während die Temperatur der ganzen Haut und besonders beider Ohren und der Extremitäten bedeutend zugenommen hat. Beruhigt sich das Thier wieder, so kehrt das alte Verhältniß zurück. Diese Umkehr der Temperaturverhältnisse beider Ohren wird übrigens nicht nur durch Bewegung bei warmer Temperatur, sondern durch alle Einflüsse bewirkt, welche im Stande sind, das Gefäßsystem aufzuregen. Wenn das Thier ruht, kann eine künstlich gesteigerte Lufttemperatur, die Erzeugung eines fieberhaften Zustandes durch Verwundungen, Eiter-Injection u. dgl. die Umkehrung bewirken. Wie an den Ohren,

so beobachtete Schiff diese Erscheinung auch an der Interdigitalmembran nach Durchschneidung des **Ischiadicus** einer Seite; auch bei Kaninchen, die man erhitzt durch rasches Umherjagen, und bei Katzen, die man fieberhaft macht, ist diese Erscheinung zu beobachten. Da, wo die Gefäße wahrnehmbar sind, sieht man am wärmern Theile, der vorher weniger ausgedehnte Gefäße zeigte, eine starke Schwellung sowohl der Arterien, als der Venen.

Nach Durchschneidung des **Trigeminus** beobachtete Schiff stets eine, wenn auch nicht bedeutende, in der Regel nur 1° betragende Temperatur-Zunahme des Nasenloches sowie des Auges der gelähmten Seite.

Wenn Bernard nach seinen Versuchen mit Durchschneidung des **Facialis** nahe an seinem Austritte aus dem **Foramen stylomastoideum** eine Temperatur-Erhöhung des Ohrs der betreffenden Seite beobachtete, bei Durchschneidung aber dieses Nervens an seinem Ursprung in der Schädelhöhle diese Erscheinung nicht wahrnahm, und daraus schließt, daß die diese Erscheinung bewirkenden vasomotorischen Nervenfasern dem **Facialis** nicht ursprünglich angehören, sondern daß sympathische Fasern, welche mit dem **Facialis** in der Paukenhöhle anastomosiren, dieselbe hervorrufen, so hat dagegen Schiff bei seinen Versuchen gefunden, daß die vasomotorischen Fasern des **Facialis** diesem allerdings nicht ursprünglich angehören, aber auch nicht vom **Sympathicus** stammen, sondern vom **Vagus** und durch den **Ramus auricularis** zum Ohr kommen.

Bemerkenswerth in dieser Beziehung sind auch die Versuche von Dupuy und Colin, sowie von Mayer, an einem Esel, bei welchem nach Durchschneidung des **Vagus** Temperatur-Erhöhung mit starkem Schweiße auf der ganzen Kopfhälfte, Röthung der Bindehaut sowie der Schleimhaut der Nase und des Mundes eintrat.

Bezüglich des Einflusses der vasomotorischen Nerven auf die Anbildung und Secretion bieten folgende, von Schiff gemachten Beobachtungen ein nicht geringes Interesse. Nach Durchschneidung der Ohrmuschelnerven einer Seite bei Kaninchen und nach Wegrasirung der an der entsprechenden Stelle auf beiden Ohren befindlichen Haare, fand Schiff, daß am gelähmten Ohre die Haare viel schneller und dichter nachwuchsen, als auf der gesunden Seite; ebenso beobachtete er an Kaninchen, denen auf der einen Seite der **Sympathicus** und der **Cervicalis** resecirt und der **Vagus** contrahirt war,

eine, mehrere Wochen lang dauernde (so lange nämlich das Thier lebte) Vermehrung der Secretion des Ohrenschmalzes, eine Beobachtung, welche auch anatomisch gerechtfertigt ist, indem die Ohrenschmalz-Drüsen wirklich Zweige vom Vagus erhalten, da sich ein Aestchen des dritten und stärksten Zweiges des **Ramus auricularis nervi vagi** bekanntlich in zwei Zweigchen spaltet, wovon das eine, aus einer zwischen dem **Processus mastoideus** und der hintern Wand des **Meatus auditorius internus** befindlichen Spalte heraustritt, mit einem Zweige der **Arteria auricularis posterior** den Ohrknorpel durchbohrt und sich theils in den Ohrenschmalz-Drüsen, theils an der innern Fläche des äußeren Ohres verästelt.

Nach Durchschneidung des Nervus ischiadicus an verschiedenen Thieren, und zwar so hoch oben als möglich, fand Schiff die Temperatur der Zehen und des Fußes der operirten Seite um 8° höher als auf der andern, während diese Erscheinung am Unterschenkel etwas weniger, aber in beiden Fällen monatelang bemerkbar war; an den beiden Oberschenkeln dagegen zeigte sich kein Temperatur-Unterschied. Gleichzeitig konnte sich Schiff an der abrasirten Zwischenmembran der Zehen mit dem Auge überzeugen, daß diese Temperatur-Erhöhung nur die Folge einer größern Anfüllung der kleinen Gefäße war, indem diese Membran auf der gelähmten Seite nicht nur wärmer war, sondern auch, gegen das Licht gehalten, blutigroth durchschien, während die der andern Seite eine weißliche Farbe zeigte, eine Erscheinung, welche sogar mehrere Monate nach der Operation noch bemerkbar war. Dagegen konnte Brown-Sequard in mehr als 20 Versuchen auf Trennung des Nervus ischiadicus nur einmal Temperatur-Erhöhung in den genannten Theilen beobachten.

Nach der Durchschneidung der Achselnerven und der Nervenwurzeln für die vordern Extremitäten beobachtete Schiff ebenfalls bedeutende Wärme-Erhöhung, und zwar nach Durchschneidung der Wurzeln etwas mehr, als nach Durchschneidung der Nerven in der Achselhöhle, weil wahrscheinlich die durchschnittene Stelle hier nicht alle Gefäßnerven des Arms einschloß.

Nach der Zerstörung aller Verbindungen der Grenzstrang-Ganglien mit den Armnerven zeigte nach Schiff der Thermometer einen Unterschied von $4\frac{1}{2}$—$6\frac{3}{4}$° C. in der Zwischenhaut der Zehen, so daß also etwa $\frac{3}{4}$ der Wärmedifferenz, die nach Durchschneidung der Armnerven entsteht, durch Exstirpation der sympathischen Ganglien

hervorgebracht werden kann. Ein Theil der Gefäßnerven, und zwar der größere, schließt hieraus Schiff, durchsetzt also die Ganglien des Sympathicus nicht, während der kleinere Theil in die Ganglien tritt. Isolirte Trennung der Ganglienнerven für die Vorderfüße muß demnach ebenfalls Lähmung vieler Gefäße bewirken.

Was die Abnahme der Temperatur bei Lähmungen betrifft, so bemerkt Schiff in dieser Beziehung, daß auf der einen Seite die vollständigen Lähmungen nicht so häufig seien, als man bisher annahm, da schon die sensiblen Nerven seltener als die motorischen und noch seltener die Gefäßnerven zugleich mit gelähmt werden; auf der andern Seite aber zeigt die Temperatur im Innern gelähmter Theile durchaus nicht dieselben auffallenden Unterschiede, wie auf der Haut, so daß nach den Messungen von Becquerell und Bréchet im Innern gelähmter und ungelähmter Theile durchaus kein Temperatur-Unterschied wahrzunehmen ist. Die Temperatur-Abnahme gelähmter Theile erstreckt sich also bloß auf die äußere Haut, und ganz richtig bemerkt in dieser Beziehung Schiff, daß Muskelbewegungen die Blutcirculation im Innern eines Gliedes stören und das Blut nach den oberflächlichen Gefäßen der Haut treiben; ebenso muß aber auch gänzliche Unbeweglichkeit der Muskeln die Haut blutleer und deßwegen auch kälter machen. Abgesehen hievon ist aber die fortgesetzte Thätigkeit eines Gliedes bekanntlich eine Wärmequelle für das gesunde Glied, welche beim gelähmten wegfällt, deßwegen erhöht auch die Electricität die gesunkene Wärme eines gelähmten Gliedes durch Hervorrufen der Muskelcontractionen.

Ueber die Frage, ob eine Verletzung der Centralorgane ohne directe Zerstörung der Nervenwurzeln eine Temperatur-Erhöhung der von ihnen abhängigen Theile hervorzurufen im Stande sei, sind die Ansichten noch sehr verschieden und zum Theil widersprechend. Während z. B. Brodie nach Verletzung des Rückenmarks immer Temperatur-Erhöhung beobachtete, fanden andere Beobachter auf eine solche Verletzung in einzelnen Fällen Steigerung der Temperatur, in andern wieder nicht. Schiff durchschnitt bei seinen Versuchen in der Höhe des ersten und zweiten Lendenwirbels die Hälfte des Lendenmarkes, aber so, daß die Nerven des Fußes vom Instrument nicht direct getroffen wurden, und beobachtete am Unterschenkel, Fuß und Zehen jedesmal eine nicht unbeträchtliche Wärme-

Erhöhung, während die Temperatur am Oberschenkel unverändert blieb, oder nach kurzer Zeit kälter wurde. Bei diesen Versuchen konnte Schiff bei Hunden zwischen den Mittelzehen einen Temperatur-Unterschied von 5—12° C. beobachten; da aber am Oberschenkel durchaus keine Temperatur-Erhöhung wahrgenommen werden konnte, so schließt er, daß die Gefäßnerven des Oberschenkels nicht durch die Nervenwurzeln für die untern Extremitäten gehen, sondern höher entspringen und durch Anastomosen (wahrscheinlich durch den Sympathicus) in den Schenkel übergehen. Die Gefäßnerven für den Oberschenkel entspringen nun entweder im Lendenmark oder höher oben im Brustmark, und steigen im ersten Falle, wenn sie nämlich im Lendenmark entspringen, nicht wie die andern Gefäßnerven zum Brustmark empor, sonst müßte in dem von Schiff soeben angeführten Versuche auch die Temperatur des Oberschenkels gesteigert worden sein. Nun beobachtete Schiff nach der Zerstörung des untern Theils des Rückenmarks eines Meerschweinchens, vom ersten Lendenwirbel an, nur im Unterschenkel eine Erhöhung der Temperatur, bei der Durchschneidung des Brustmarkes aber auch im Oberschenkel, woraus er schließt, daß die Gefäßnerven der Oberschenkel, wenn sie überhaupt in's Rückenmark eintreten, dasselbe höher erreichen als das Lendenmark, wie überhaupt mehrere von ihm angestellte Versuche den Beweis liefern, daß die Gefäßnerven des Oberschenkels in das Brustmark eintreten.

„Wenn auf diese Weise", sagt Schiff, „die Gefäßnerven des Hinterkörpers im Rückenmark emporsteigen, so daß ein, an irgend einer Stelle angebrachter Querschnitt durch eine Hälfte des Rückenmarks die Gefäßnerven der untern Theile dieser Seite lähmt (was für die bewegenden und empfindenden Nerven nicht der Fall ist); wenn ferner, was freilich noch zu beweisen wäre, dasselbe auch für die Gefäßnerven der vordern Extremitäten und für die in die Schultergegend eintretenden Kopfgefäßnerven gilt, wenn also alle diese Nerven bis in's verlängerte Mark emporsteigen, so werden sie sich daselbst mit den Wurzeln des Vagus, Hypoglossus und Trigeminus kreuzen, welche alle vasomotorische Fasern enthalten, und es wird möglich sein, in einer gewissen Richtung einen Schnitt so durch eine Hälfte des verlängerten Markes zu führen, daß gerade die Hälfte der Körperoberfläche des Thieres warm wird, während die andere Hälfte normal bleibt, oder unter gewissen Bedingungen

erkaltet.“ Es müßte also nach diesem ein Centralorgan für die Gefäßnerven geben, von welchem aus alle, oder doch die größern Abtheilungen derselben beherrscht werden, und die hierüber angestellten Untersuchungen lieferten folgende Resultate:

Wie Schiff bei seinen Untersuchungen fand, daß die Gefäßnerven der Vorderfüße sich im Halsmark wiederfinden, so geht auch aus Budge's Untersuchungen hervor, daß der Gefäßtheil des Kopf-Sympathicus aus der von ihm sogenannten Ciliospinal-Gegend entspringt. Schon Durchschneidung einer Hälfte der Medulla oblongata bei Hunden bewirkt nach Schiff erhöhte Temperatur der einen Hälfte der ganzen Körperoberfläche. Um die Thiere etwas länger zu erhalten, durchschnitt er den Anfangstheil des Rückenmarks selbst auf der Höhe des ersten Halsnerven, oder etwas höher, einseitig, worauf der Körper des Thieres ebenfalls auf der einen Hälfte seiner Oberfläche wärmer war, während auf der andern, je nach Umständen, die Temperatur normal blieb oder niedriger wurde; nur die vom Trigeminus abhängigen Erscheinungen fehlten hier. Schneidet man nach Schiff in der Mittellinie des Markes ein, und dann nach außen, so werden dadurch die motorischen Nerven der unverletzten Hälfte des Markes gereizt, und durch diese Reizung der musculomotorischen Nerven entstand manchmal eine tetanische Steifheit der Glieder, und bei ausgedehnten Messungen der Temperatur ergab sich, daß die eine Hälfte der Oberfläche des Thieres wärmer war als die andere, aber nur am Kopf, an den Ohren, an dem Vorderarm und Unterschenkel, an den Vorder- und Hinterfüßen und den Zehen zeigte sich die Temperatur-Erhöhung auf der Seite der Verletzung, während der Rumpf, die Schultern, der Oberarm und der Oberschenkel eine gekreuzte Wirkung zeigten, indem sie auf der Seite der Verletzung kälter, auf der andern Seite wärmer waren.

Auch bei Kaninchen und Katzen findet nach Schiff auf die Gefäße des Kopfs und der Extremitäten eine directe Wirkung der Medulla oblongata statt, und eine gekreuzte auf die des Rumpfes.

Bei allen zu diesen Versuchen gebrauchten Thieren erschien der Temperatur-Unterschied besonders an denjenigen Theilen groß, die an ihrer äußern Oberfläche, nämlich auf der Haut, geprüft werden konnten, während der Unterschied bedeutend geringer sich herausstellte, wenn der Thermometer unter die äußere Haut durch eine

künstliche Oeffnung geschoben wurde, so daß es scheint, daß in Folge der Reizung der undurchschnittenen Rückenmarkshälfte die äußere Haut am meisten erkaltet, wie sie auch bei der Durchschneidung einer solchen Hälfte in ihrer Temperatur am meisten gesteigert werden muß.

Längere Zeit nach der Operation, wenn die Bewegungen des Thieres wieder kräftiger geworden, scheint sich der eigentliche Einfluß des Rückenmarks nach Schiff wieder etwas zu steigern, da nämlich nach wenigen Tagen die Lähmung der Blutgefäße etwas abnimmt und mit ihr natürlich auch die gesteigerte Wärme, obwohl diese Abnahme im Ganzen nicht bedeutend ist, und schon nach wenigen Tagen ihre Grenze erreicht hat.

Gleich nach der Durchschneidung der einen Seitenhälfte des Rückenmarkes beobachtete Schiff einen gewissen Einfluß des getrennten Markes auf die in einiger Entfernung von der Schnittwunde entspringenden Gefäßnerven.

Weil die gelähmten Muskelwände der Arterien dem andringenden Blute nicht mehr den gehörigen Widerstand entgegensetzen können, so muß natürlich auch der Puls in diesen Gefäßen größer, voller, stärker und fühlbarer werden, was auch Schiff nach Durchschneidung der Hälfte des verlängerten Markes in den Gliedern der entsprechenden Seite und der Hälfte des Kopfes beobachtete.

Aus dem Umstande, daß nach querer Durchschneidung einer Hälfte der Medulla oblongata oberhalb des Calamus die Extremitäten der entsprechenden und der Rumpf der entgegengesetzten Seite nicht, wohl aber die Nasenlöcher und das Auge erwärmt werden und die Erwärmung am Ohr wieder fehlt, schließt Schiff, daß das Centrum der Gefäßnerven im Niveau des Calamus liegt.

Den Beweis, daß einseitige Lähmung nicht einseitige Erkaltung hervorruft, hat Schiff durch diejenigen Versuche geliefert, in welchen er das Mark ganz durchschnitt, wodurch also, wenn einseitige Lähmung einseitige Erkaltung hervorriefe, doppelseitige Lähmung nothwendig Erkaltung beider Seiten zur Folge haben müßte. Die Durchschneidung des Markes zog aber keine Erkaltung des Rumpfes nach sich, so daß man also annehmen muß, daß die nach der Durchschneidung der einen Hälfte der Medulla oblongata beobachtete Temperaturdifferenz von einer wirklichen Zunahme der Wärme in der entgegengesetzten Körperhälfte herrührt.

Neben diesen Versuchen führt Schiff noch einzelne Fälle pathologischer Beobachtungen von Brodie, Nasse, Gilbert 2c. an, wo nach Zerreißung des Halsmarkes, Eiterung im Rückenmarkscanal, Bruch der Wirbelsäule u. dgl. die Temperatur der gelähmten Theile erhöht war, und bemerkt dabei sehr richtig, daß solche Beobachtungen bei cerebralen Lähmungen aus dem Grunde nicht gemacht werden können, weil hier die Temperatur nothwendig erniedrigt sein muß, theils weil die Unbeweglichkeit solcher Kranken schon als erkaltende Ursache wirkt, vorzüglich aber aus dem Grunde, weil in diesen Fällen wegen Integrität der Medulla oblongata die Lähmung der Gefäßnerven, also der Grund der erhöhten Temperatur, fehlt. Daher stammt auch überhaupt die falsche Meinung, daß die Temperatur gelähmter Theile immer erniedrigt sei.

Wie schon früher bemerkt wurde, nimmt man an, daß die Gefäßnerven die Gefäße in einer beständigen, wenn auch nicht gerade bedeutenden Contraction erhalten, und daß also die Erweiterung der Gefäße auf Durchschneidung ihrer Nerven nur durch Aufhören dieser beständigen, dem Blutdruck entgegenwirkenden Contraction eintrete. Allein gerade die Annahme dieses Tonus der Gefäße ist es, was Funke mit Recht für sehr bedenklich hält; denn wenn sich auch das Dasein dieses Tonus für die organischen Muskeln nicht mit der Bestimmtheit widerlegen läßt, wie dieß von Eduard Weber und Heidenhain für die animalischen Muskeln geschah, so ist es doch kaum begreiflich, daß diese, den animalischen Muskeln sonst ganz analoge Muskeln durch diese ununterbrochene Zusammenziehung nicht ebenso ermüden sollten, wie die übrigen Muskeln, und diese, in ununterbrochener Erregung befindlichen Gefäßnerven nicht erschöpft werden sollten. Funke findet ferner einen unerklärlichen Widerspruch darin, daß die ebenfalls mit Muskeln und Nerven versehenen Venen weder auf Reizung des Sympathicus oder der Rückenmarkswurzeln eine Contraction zeigen, noch auf Durchschneidung der Nerven an der Erweiterung der Arterien Theil nehmen. Diese, auch von Waller ausgesprochene Ansicht ist aber nach den Versuchen von Schiff ganz unrichtig, denn so gut sich die Venen nach Durchschneidung ihrer Gefäße erweitern, ebenso ziehen sie sich auf deren Reizung zusammen, nur muß man in beiden Fällen, bei der Durchschneidung wie bei der Reizung, die sie versorgenden Nerven treffen. Schiff hat, wie wir gesehen, gezeigt, daß der Sympathicus nicht der aus-

schließliche Gefäßnerv des Kopfes ist, und daß z. B. auch der Nervus auricularis cervicalis, besonders bei Nagethieren, einen Theil der Gefäße des Ohrs beherrscht. Reizt man nun, nach Schiff, diese beiden Nerven, so bemerkt man, daß andere Gefäße bei Reizung des Sympathicus, und wieder andere bei Reizung des Cervicalis sich verengern, und zwar venöse wie arterielle Gefäße. Dieser von Funke gegen den Gefäß-Tonus gemachte Einwurf fällt also weg, nichtsdestoweniger bleiben aber die beiden andern stehen, nämlich die Nichtermüdung der Gefäßmuskeln und die Nichterschöpfung der Gefäßnerven trotz der ununterbrochenen Thätigkeit und der fortwährenden Erregung, so daß am Ende nichts übrig bleibt, als anzunehmen, daß die Erregung der Gefäßnerven nicht eine ununterbrochen continuirliche, sondern eine, wenn auch nur momentan unterbrochene sei, und diesem nach ebenso auch die Contraction der Gefäßmuskeln.

Sehr interessant sind auch die von mehreren Forschern gemachten Beobachtungen am Auge nach Durchschneidung des Sympathicus am Halse, nach welchen das Auge tiefer in die Orbita zurücktritt, die Iris sich verengert und die Augenliedspalte sich durch Herabsinken des obern Augenliedes verengert. Der Grund dieser Erscheinungen liegt nach Brown-Sequard in vermehrter Blutfülle in Folge von Erweiterung der Gefäße und dadurch bedingter lebhafterer Circulation, kräftigerer Ernährung und verstärkter Anregung der Muskeln, und deßwegen glaubt er, daß durch Galvanisiren des durchschnittenen Sympathicus eine Verengerung der abnorm erweiterten Gefäße und Verminderung der Blutfülle eintreten, und so die vermehrte Thätigkeit wieder aufgehoben werde und dann das Auge seine normale Lage wieder einnehme. Eine Ansicht, welche durch Schiff auf's Evidenteste widerlegt wurde, indem er nachwies, daß gerade durch Galvanisiren des durchschnittenen Sympathicus der Augapfel nicht zurücktritt, sondern noch weit mehr aus der Orbita herausgehoben wird, und zwar viel beträchtlicher, als sein Zurücktreten nach der Durchschneidung des Nerven war, und daß man, selbst ohne den Sympathicus zu durchschneiden, durch Galvanisiren desselben oder des entsprechenden Theiles des Rückenmarks, ein Hervortreten des Augapfels bewirken kann. Das Hervortreten des Augapfels auf galvanischen Reiz ist nur die Folge einer Reizung der Musculi obliqui, welche den Augapfel nach vorn ziehen, während das Zurück-

treten die Folge der Lähmung dieser Muskeln ist, welche vom Sympathicus motorische Fasern erhalten. Der Retractor bulbi, seiner Antagonisten beraubt, wirkt natürlich stärker, wie auch nach Durchschneidung der Musculi obliqui der Augapfel tiefer in die Orbita zurücksinkt, und Schiff nach vollständiger Durchschneidung beider Obliqui auf Reizung des Sympathicus kein Hervortreten des Augapfels mehr beobachten konnte.

Was die Verengerung der Iris betrifft, die man nach Durchschneidung des Sympathicus am Halse beobachtet, so kann von einer Blutüberfüllung und dadurch vermehrter Thätigkeit ihres Sphincters um so weniger die Rede sein, als die Gefäße der Iris ihre Nervenfasern vom Trigeminus und nicht vom Sympathicus erhalten und also eine vermehrte Blutfülle in der Iris nach Durchschneidung des Sympathicus gar nicht vorkommt; dieselbe wird nach Schiff vielmehr antagonistisch durch Lähmung erzeugt, während die Verengerung der Augenliedspalte nur die Folge des Zurücktretens des Augapfels ist.

Ueber den Ursprung der vasomotorischen Fasern im Stamme des Sympathicus, ob nämlich diese Fasern, wie die sensiblen oder musculomotorischen, aus dem Rückenmark durch die hintern und vordern Wurzeln kommen, oder in den Ganglien des Sympathicus oder in den Spinalganglien entspringen, machte Schiff Versuche an Hunden. Zu diesem Zwecke benützte er zur Messung der Temperatur die Zwischenmembran der Zehen eines Hundes, und fand nach Durchschneidung der Wurzeln der zwei letzten Lendennerven und der drei ersten Kreuzbeinnerven der linken Seite vor den Spinalganglien, so daß diese noch unverletzt mit dem peripherischen Theile der Nerven zusammenhingen, die Temperatur der bezeichneten Stelle auf der linken Seite beinahe um 5° erhöht; nun durchschnitt er den Stamm des Ischiadicus selbst in der Höhe des Trochanter, und fand die Temperatur dieser Seite jetzt um 7° erhöht und etwas später noch mehr, woraus er schloß, daß die im Ischiadicus verlaufenden Gefäßnerven nicht alle aus den Rückenmarkswurzeln entspringen. Nach der Durchschneidung derselben Nervenwurzeln hinter den Spinalganglien, so daß diese mit den peripherischen Nerven nicht mehr in Verbindung standen, zeigte sich auf beiden Seiten kein größerer Temperatur-Unterschied, als bei denjenigen Versuchen, wo die Wurzeln so durchschnitten waren, daß die Spinalganglien mit

den peripherischen Enden noch in Verbindung waren; also, schließt Schiff, entspringen die vasomotorischen Fasern des **Ischiadicus** nicht in den Spinalganglien der entsprechenden Rückenmarkswurzeln. Nun wurden demselben Hunde, und zwar auf der rechten Seite, noch die vier höher gelegenen Lendennerven, sowie der vierte Sacralnerv durchschnitten, worauf die Membran $^{3}/_{4}$ Stunden nach der Operation auf der rechten Seite dieselbe erhöhte Temperatur, nämlich 38^{0}, zeigte, wie links, und woran die Durchschneidung des Stammes des rechten **Ischiadicus** gar nichts änderte; also, schließt Schiff weiter, entspringen alle Gefäßnerven des **Ischiadicus** aus dem Rückenmark, und zum Theil aus Wurzeln, welche höher oder tiefer liegen, als die, von denen die sensiblen und musculomotorischen Fasern für den Hüftnerven abgehen. Nun wissen wir, daß der **Plexus sacralis**, aus welchem der Hüftnerv entspringt, aus den vordern Aesten des vierten und fünften Lumbal- und des ersten, zweiten und dritten Sacralnerven gebildet wird, also durch die vierte und fünfte **Ansa lumbalis** und erste und zweite **Ansa sacralis**; dieser Plexus ist also theils durch die Verbindungsäste der spinalen Plexus unter sich, theils durch den Grenzstrang des **Sympathicus**, dessen **Rami communicantes** unter andern auch solche Fasern führen, die von den Ganglien zu den Spinalnerven verlaufen, mit den höher gelegenen Rückenmarksnerven in Verbindung getreten, und auf diese Weise können höher entspringende Nervenfasern zum **Plexus sacralis** gelangen.

Hier scheint Schiff, welcher dem **Sympathicus** alle und jede, auch nur scheinbare Selbstständigkeit und Eigenthümlichkeit abspricht, doch ein wenig zu wenden, indem er sagt, daß es wahrscheinlicher sei, daß der Weg von jenen höher entspringenden Nervenfasern zum **Plexus sacralis** durch die Ganglien gehe, als durch die Verbindungsäste der spinalen Plexus. Eine Ansicht Volkmanns hervorhebend, läßt er sich sogar herab, diese auf den **Sympathicus** überzutragen, und dadurch ihm gerade eine gewisse Eigenthümlichkeit zu vindiciren. Es ist dieses die von Volkmann ausgesprochene und auch von Andern getheilte Ansicht, daß nicht alle einzeln in's Rückenmark eintretenden Nervenfasern abgesondert bis zum Gehirn aufsteigen, sondern daß mehrere Fasern, die vom Gehirn aus unter allen Bedingungen gleichzeitig und gleichmäßig angeregt werden, im Gehirn selbst nur durch eine einzige Faser vertreten seien. Auf

ähnliche Art glaubt Schiff, daß nicht jeder einzelne Gefäßnerv im Rückenmark vertreten sei, sondern er nimmt an, daß aus dem Rückenmark nur einzelne Gefäßnervenfäden ausgehen, welche mehreren peripherischen Gefäßnerven entsprechen, so daß also von diesen einzelnen vom Rückenmark ausgehenden Fasern eine gewisse Menge von peripherischen Gefäßnervenfasern in Thätigkeit versetzt werden. Da es aber außer der peripherischen Theilung keine Theilung der einzelnen Nervenfasern gibt, so ist Schiff genöthigt, zu den Ganglienzellen des Sympathicus seine Zuflucht zu nehmen, indem er sie ganz richtig als Apparate betrachtet, in welchen viele Nervenfasern entspringen, und welche so unter der Herrschaft weniger in sie eintretender Cerebrospinal-Fasern stehen, daß sie gleichsam als ihre Fortsetzungen zu betrachten sind. Von einer unmittelbaren Fortsetzung aller dieser Fasern durch die Ganglien kann aber insofern keine Rede sein, als von diesen letztern ungleich mehr Fasern austreten, als in sie eintreten, wie auch, wie wir weiter oben gesehen, Bidder und Kölliker bewiesen, daß nicht alle Fasern des Sympathicus aus dem Rückenmark und den Cerebrospinal-Nerven herstammen.

Wenn wir nun auch annehmen können, daß einzelne vom Rückenmark in die Ganglienzellen eintretende Fasern durch andere Zellenfortsätze auf der entgegengesetzten Seite wieder austreten, so können wir diese Annahme nicht auf alle ausdehnen, sonst müßte die Zahl der eintretenden und die der austretenden die gleiche sein; daß dieses aber nicht ist, wissen wir, also bleibt nichts anderes übrig, als entweder eine Theilung dieser Fasern oder eine nur mittelbare Verbindung derselben in den Ganglienzellen anzunehmen; eine Theilung dieser Fasern gibt es nicht, also müssen wir eine mittelbare Verbindung zwischen den in die Ganglienzellen eintretenden und einem Theile der aus ihnen austretenden in den Zellen selbst annehmen. Schiff theilt daher auch die Ansicht, daß derjenige Theil der Gefäßnerven, welcher dem Ischiadicus von den höher gelegenen Partien des Rückenmarks zugeführt wird, seinen Weg nicht durch die Verbindungsäste der Plexus, sondern durch die Ganglien des Sympathicus nimmt, weil nur auf diese Art die Möglichkeit der Vervielfältigung der ursprünglichen Rückenmarksfasern gegeben ist.

Wie früher Valentin, so gab sich außer Schiff in der neuesten Zeit namentlich auch Budge Mühe, durch Versuche den Beweis zu liefern, daß dem Sympathicus alle und jede Selbstständigkeit fehle,

und sogar die Gefäßnerven, die man bisher für ausschließlich sympathisch hielt, vom Rückenmark entspringen und von da aus theils die Ganglien des Grenzstranges durchsetzen, theils ohne diese Berührung in der Bahn der Spinalnerven bleiben. Daß nun der frühere Glaube an die unbedingte Selbstständigkeit des Gangliensystems, welches ganz unabhängig von Gehirn und Rückenmark durch eigene, sogenannte organische Fasern den Blutlauf und die vegetativen Vorgänge im Organismus beherrscht, durch die sehr wichtigen Resultate der neuesten Forschungen umgestoßen ist, hat seine vollkommene Richtigkeit; dagegen ist die Ansicht Valentins, nach welcher der Sympathicus nur ein Zweigsystem des Cerebrospinal-Organs darstellt, sowie die anderer Physiologen, welche nicht einmal eine durch Faser-Communication bedingte Abhängigkeit des sympathischen Systems vom Cerebrospinal-System zugeben, eben so falsch.

Daß die Ganglienzellen des Sympathicus eine gewisse Selbstständigkeit besitzen, durch welche sie, ganz unabhängig vom Cerebrospinal-System Bewegung hervorzurufen und dieselbe auch auf die aus ihnen entspringenden motorischen Fasern fortzupflanzen im Stande sind, beweisen, wie wir früher schon gesehen, zwei Thatsachen auf unumstößliche Weise, nämlich erstens die, daß das ausgeschnittene und sogar vom Blute gereinigte Herz noch rhythmisch fortschlägt, und zweitens die, daß nach dem Tode eines Thieres die peristaltische Bewegung der Gedärme noch fortdauert, und zwar oft in stärkerem Grade als während des Lebens. Wenn das Cerebrospinal-Organ zerstört ist, verharren alle quergestreiften Muskeln des ganzen Organismus in einer regungslosen Ruhe, nur der Centralpunkt des Kreislaufs, das Herz, setzt seine Arbeit noch in demselben Typus fort, wie im unversehrten Organismus; ebenso beginnt mit dem Tode eine lebhaftere peristaltische Bewegung der Gedärme, so daß ihr Inhalt schnell weiter geschoben wird und tiefe Einschnürungen des Intestinalrohres entstehen.

Die Centralorgane, aus welchen die motorischen Fasern dieser beiden Organe entspringen, sind für das Herz, wie wir gesehen haben, die in dessen Vorhöfen liegenden Haufen von Ganglienzellen, für den Dünndarm die im Plexus solaris liegenden Ganglienzellen. In beiden Fällen ist der Einfluß der Cerebrospinal-Organe vollkommen abgeschnitten, und trotzdem kommt in ihnen eine Bewegung zu Stande, also müssen wir diesen beiden Centren eine gewisse

Selbstständigkeit zugestehen. Diese Selbstständigkeit ist nun allerdings keine unbedingte, als, wie wir ebenfalls gesehen haben, dieselben Organe, nämlich Herz und Dünndarm, auch durch Reizung cerebrospinaler Nerven in ihren Contractionen gesteigert werden, ja sogar durch starke Reizung gewisser Nerven zum augenblicklichen Stillstand gebracht werden können, so daß also die Cerebrospinal-Nerven mit den motorischen Fasern des Sympathicus durch die Ganglienzellen in einer mittelbaren Verbindung stehen. Daß dieses Letztere vorzugsweise der Fall ist, geht schon aus dem Umstande hervor, daß auf der einen Seite alle Bewegung der vom Sympathicus mit Fasern versehenen Organe dem Einfluß des Willens gänzlich entzogen ist, und daß auf der andern Seite alle mit sympathischen Zweigen versorgten Organe die auf sie einwirkenden Reize nicht in dem Grade zum Bewußtsein zu bringen im Stande sind, wie die mit cerebrospinalen Nerven versehenen Theile. Würden die cerebrospinalen Fasern vom Gehirn und Rückenmark unmittelbar zum Herzen, Darmcanal u. dgl. gehen und sich in diesen Organen ohne Berührung der sympathischen Ganglien endigen, so müßte auch ihre Thätigkeit, nämlich die Contraction des Herzens, die peristaltische Bewegung der Gedärme, sowie auch die in den Gedärmen enthaltenen Speisen und Speisereste, ebenso vollkommen zu unserm Bewußtsein gelangen, wie die Thätigkeit unserer Augen und unserer Ohren. Dieses ist aber nicht so, und zudem steht, wie wir wissen, die Sensibilität der mit sympathischen Fasern versehenen Theile auf einer so niedrigen Stufe, daß nur heftige Reize im Stande sind, Schmerz zu erregen. Daß diese, auf stärkere Reize des Sympathicus hervorgerufenen Schmerzen nur im Gehirn, und nicht in den Centraltheilen des Sympathicus zum Bewußtsein gebracht werden, haben die früher von mir angeführten Versuche von Volkmann bewiesen. Es muß also nach allem diesem zwischen den mit sympathischen Fasern versehenen Organen und den cerebrospinalen Centraltheilen eine Verbindung bestehen. Ebenso wissen wir ferner, daß auch die Gefäße, deren Nerven man bisher ausschließlich als dem Sympathicus angehörend betrachtete, von dem Cerebrospinal-System Fasern erhalten. Denn wenn auf der einen Seite nach unzähligen Versuchen Durchschneidung des Sympathicus am Halse constante Temperatur-Erhöhung der entsprechenden Seite des Kopfes zur Folge hat und durch Galvanisiren des Sympathicus das Gegentheil bewirkt wird,

so steht allerdings der motorische Einfluß des Sympathicus auf die Gefäßmuskeln außer allem Zweifel; wenn aber auf der andern Seite Schiff durch Verletzung der Cerebrospinal-Nerven bei Säugethieren die Gefäße des Magens und der Eingeweide gelähmt werden sah, sowie nach Durchschneidung der cerebrospinalen Fußnerven des Frosches Erweiterung der Gefäße der Schwimmhaut beobachtete, und Pflüger durch Reizung der vordern Spinalwurzeln Contraction der Gefäße bewirkte, so ist es ebenso sehr entschieden, daß die Gefäße gewisser Partien auch von cerebrospinalen Fasern versehen werden, oder daß wenigstens diese letztern mit den Ganglien des Sympathicus in Verbindung stehen. Daß eine solche Verbindung besteht und sogar bestehen muß, habe ich oben genau nachgewiesen, allein deßwegen sind wir noch lange nicht berechtigt, wie Valentin zu behaupten, daß der Sympathicus weiter nichts als eine Verzweigung der cerebrospinalen Nerven sei, oder wie Schiff, daß der Sympathicus vom Gehirn und Rückenmark nicht nur die ihn durchsetzenden motorischen und sensiblen, sondern auch seine Gefäßnerven erhalte, und zwar jetzt um so weniger, als es erwiesen ist, daß nur ein Theil der Fasern des Sympathicus aus Gehirn und Rückenmark kommt und daß wirklich Nervenfasern in den sympathischen Ganglien entspringen.

Wie wir früher gesehen, ist es, genauen Zählungen der Fasern zufolge, geradezu unmöglich, daß alle im Sympathicus enthaltenen Fasern aus dem Rückenmark entspringen, deßwegen müssen wir, analog der Annahme, daß nicht alle in das Rückenmark eintretenden Fasern im Gehirn abgesondert vertreten werden, auch beim Sympathicus annehmen, daß einzelne, vom Gehirn und Rückenmark ausgehende Fasern, welche in die Ganglienzellen treten, ihren Einfluß zugleich auf mehrere, von diesen Ganglienzellen aus entspringende motorische Fasern des Sympathicus geltend machen, gleichviel ob diese Fasern sich zu den Gefäßen oder den Muskeln der Eingeweide verbreiten, wie dieses selbst Schiff von den aus dem Rückenmark entspringenden Gefäßnerven annimmt.

Diese einzelnen Fasern treten durch die Rami communicantes vom Rückenmark in die Ganglien des Grenzstranges des Sympathicus ein, während, wie wir früher gesehen, von diesen Ganglien durch dieselben Rami communicantes sympathische Fasern in die Spinalnerven übertreten, von denen der bei Weitem größere Theil

aber ohne alle Berührung des Centraltheiles direct in den peripherischen Ast des Spinalnerven übergeht. Die Gefäßnerven können also, wie aus den Versuchen von Budge und Schiff hervorgeht, ihr Centrum recht gut im Rückenmark (Medulla oblongata) haben, ohne daß wir gerade mit Schiff anzunehmen genöthigt sind, daß ein Theil der von diesem Centrum ausgehenden Gefäßnerven in die Spinalnerven trete, ohne die Ganglien des Grenzstranges zu berühren.

Wenn nun auch, wie wir früher gesehen haben, das Ganglien-Nervensystem hinsichtlich seiner histiologischen Elemente, nämlich seiner Nervenfasern und Ganglienzellen, vom Cerebrospinal-Nervensystem nicht wesentlich verschieden ist, da namentlich Valentin und Kölliker auch die von Bidder und Volkmann angegebenen besondern Kennzeichen der sympathischen Fasern als durchaus nicht wesentlich widerlegt haben, so bleibt dieses System ein zwar von dem Cerebrospinal-Organ abhängiges, aber in gewisser Beziehung dennoch selbstständiges Nervensystem, in dessen Ganglienzellen zwar keine Empfindung zum Bewußtsein kommt, worin aber das die Contraction bewirkende Agens dennoch sich selbstständig entwickelt und durch die motorischen Fasern fortgepflanzt wird.

Was nun den Einfluß des Gangliennerven-Systems auf Ernährung betrifft, so greifen diese Nerven schon dadurch tief in die vegetative Sphäre ein, als sie die Muskeln der meisten vegetativen Organe beherrschen, und namentlich die Muskeln der meisten Blutgefäße. Wie wir wissen, wird die Ernährung durch das Blut vollbracht, welches zu diesem Zwecke durch die Gefäße zu allen Organen geleitet wird, und der Tonus dieser Gefäße hängt von den Nerven ab, so daß die Verminderung oder Vermehrung dieses Tonus nothwendig eine Aenderung in der Ernährung, Anbildung und Ausscheidung hervorbringen muß. Nehmen wir z. B. nur die Secretionen in den verschiedenen Secretions-Organen, welche aus dem Blute stammen, das durch die Capillargefäße den Secretions-Organen zugeführt wird, so liegt es auf der Hand, daß eine Verengerung oder Erweiterung dieser Gefäße, welche Zustände von den Nerven abhängen, die betreffende Secretion nicht nur vermehren oder vermindern, sondern auch qualitativ verändern muß. Jeder Secretion geht eine gewisse Blutanhäufung in dem Secretions-Organe voraus, welche die erstern nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ

verändern kann; so beobachteten z. B. Joh. Müller und Peipers aus diesem Grunde Blutharnen nach Durchschneidung der Plexus renalis. Schon die Bewegung des Darmcanals hängt von den motorischen Fasern des Sympathicus ab, dessen motorische Fasern theils vom Vagus abstammen, aber erst in seinem Verlaufe ihm beigemischt werden, hauptsächlich aber im Plexus solaris ihren eigentlichen Herd haben; ebenso hängt die Fortbewegung von Chylus und Lymphe vom Sympathicus ab, weil die Muskeln der Lymph- und Chylusgefäße von den motorischen Fasern des Sympathicus versehen werden. Wie wir zum Theil schon gesehen, hängt auch die für die Verdauung so wichtige normale Beschaffenheit der Schleimhaut des Darmcanals wenigstens zum größten Theile von dem wichtigen Einfluß der sympathischen Fasern ab, was aus verschiedenen Versuchen, namentlich aber aus denen von Pincus an Kaninchen hervorgeht, nach welchen allerdings die normale Beschaffenheit der Mucosa des Magens und des obern Theiles des Duodenums von den Fasern der beiden Vagi abhängt, sowie auch zum Theil die Secretion eines sauren Magensaftes. Da aber nach der Exstirpation des Plexus solaris die Störungen in dieser Schleimhaut in einem viel höhern Grade auftreten und sich auch weiter nach unten im Dünndarm erstrecken, so müssen aus diesem Plexus nothwendig zur Schleimhaut des Magens und des obern Theils des Dünndarms Gefäßnerven gehen, von denen die normale Ernährung dieses Theils dieser Schleimhaut abhängt. Die sich weiter nach unten im Dünndarm bis zum Coecum erstreckende Partie dieser Schleimhaut erhält ihre vasomotorischen Fasern von den um die Arteria mesenterica gelegenen Nerven, da nach Durchschneidung dieser Nerven die Schleimhautveränderungen sich über den ganzen Dünndarm erstreckten und bei zwei Hunden sich sogar bis zum Rectum ausdehnten. Die Schleimhaut des obern und mittlern Theiles des Dickdarms wird vorzugsweise von denjenigen Nerven versehen, welche um die Aorta liegen, nach Abgabe der Arteria mesenterica. Nach den Versuchen von Pincus hatte übrigens auch Durchschneidung des Grenzstranges Hyperämie der Schleimhaut des Darmcanals zur Folge, so daß wir schließen können, daß vom Grenzstrange auch vasomotorische Fasern zum Darmcanal gehen. Denn nach der Exstirpation der Ganglien des Grenzstranges von der Höhe der Leber ab auf der linken Seite zeigten sich an den,

nach zwei bis drei Tagen gestorbenen Thieren, und zwar bei den zuerst unterlegenen, zerstreute Schleimhautveränderungen im Magen und Darm, am Schenkel Blutergüsse, und zugleich war die linke Niere in ihrem Parenchym verändert, nämlich weich und grau; bei den später gestorbenen fehlte die Nierenveränderung, dagegen waren aber die Schleimhautveränderungen beträchtlicher. Dieselben Versuche mit Durchschneidung auf der rechten Seite boten dieselben Resultate, auch dieselbe Nierenveränderung dar, während die Exstirpation der Ganglien auf beiden Seiten nicht nur dieselbe Degeneration beider Nieren, sondern auch weit größere Schleimhautveränderungen und sogar Hyperämie der Schleimhaut der Blase zur Folge hatte. Da ferner Pincus nach Durchschneidung der **Rami communicantes** zwar dieselben Veränderungen der Schleimhaut, aber in weit geringerem Grade beobachtete, so schließt er daraus, daß die aus dem Grenzstrang in den Darm gehenden vasomotorischen Fasern nur zum Theil aus den **Rami communicantes** stammen, und größtentheils in den Ganglien entstehen.

Ebenso beobachtete Pincus nach Durchschneidung der sechs untern Spinalnerven bald nach der Vereinigung beider Wurzeln, aber noch vor der Vereinigung mit den **Rami communicantes**, Hyperämie in der Schleimhaut des Magens und Darmcanals; dieselbe Erscheinung hatte auch die Exstirpation der sechs untern Spinalganglien zur Folge, woraus Pincus schließt, daß jene mit den **Rami communicantes** zum Grenzstrang tretenden vasomotorischen Fasern ihren Ursprung in den Spinalganglien haben.

Um zu sehen, ob vasomotorische Fasern für die Verdauungs-Organe auch aus dem Mark stammen, durchschnitt Pincus bei Kaninchen das Mark zwischen dem zwölften Rücken- und ersten Lendenwirbel und von da abwärts neunmal, wobei die Bauchorgane nach der Tödtung am vierten Tage keine Veränderungen zeigten. Dasselbe Resultat erhielt er auch bei der Durchschneidung in der Höhe des fünften Rücken-, des ersten Rücken- und des fünften Halswirbels. Bei mehreren Fröschen wurde dann durch eine einseitig schneidende Nadel bald die linke, bald die rechte Hälfte der **Medulla oblongata** durchschnitten, welche Operation diese Thiere 6—23 Stunden überlebten und die Bauchorgane nichts Abnormes zeigten; dasselbe normale Verhalten zeigten auch die Bauchorgane von zwei Kaninchen, bei welchen derselbe Versuch gemacht wurde, und wovon

das eine 12, das andere 19 Stunden fortlebte. Den Resultaten dieser Versuche zu Folge stammen also aus dem Marke keine vasomotorischen Fasern für die Verdauungsorgane.

Die vasomotorischen Fasern für den Darmcanal kommen also vom **Vagus, Plexus coeliacus, Plexus mesentericus** und **Plexus aorticus** für gewisse Theile des Darmcanals, während aus dem Grenzstrang solche Fasern für alle Theile des **Tractus** treten, welche, wie wir gesehen, theils aus dessen Ganglien, theils aus den untern Spinalganglien stammen. Diejenigen Fasern, von deren Einfluß namentlich die normale Secretion des Magensaftes abhängt, stammen vorzugsweise aus dem untern Theil des **Vagus.**

Auch die Leber erhält ihre vasomotorischen Fasern vom **Plexus coeliacus,** da nach Samuels Versuchen nach Exstirpation dieses Plexus bei verschiedenen Thieren unter anderm auch die Leber in hohem Grade hyperämisch war.

Eine interessante Erscheinung beobachtete Pincus bei einer Katze, welcher er den linken **Plexus renalis** durchschnitten und beide Ureteren geöffnet hatte. Im Anfange floß aus beiden der Urin tropfenweis, hörte aber auf der verletzten Seite bald nach der Nerven-Durchschneidung auf. Eine Viertelstunde später sistirte das Auströpfeln aus dem Urether der gesunden Seite und begann auf der verletzten wieder, und so wechselte es nach Verfluß derselben Zeit wieder so. Bei galvanischer Reizung der durchschnittenen Nierennerven floß auch hier wieder Harn aus. Aehnliches beobachtete auch Mulder. Wie wir aber wissen, ist die Harn-Ausscheidung nie gleich in beiden Nieren, da bald die eine, bald die andere mehr absondert; ob nun diese Erscheinung vom wechselnden Blutdruck abhängt, da nach Golls Versuchen mit der Erhöhung des Blutdruckes die Harnsecretion zu-, mit Herabsetzung desselben aber abnimmt, oder ob neben dem Blutdrucke noch andere Momente hier einwirken, läßt sich vorderhand nicht mit Bestimmtheit behaupten. Da in den Nieren wie in den übrigen Ausscheidungsorganen die Ausscheidung aus dem Blute erfolgt, so ist jedenfalls der Einfluß der vasomotorischen Fasern von hoher Bedeutung; so beobachtete, wie wir früher gesehen, J. Müller nach der Exstirpation des **Plexus renalis** Blutharnen, und Kölliker bei den mit Pfeilgift vergifteten Kaninchen sehr vermehrte Harnsecretion, so daß der Harn zum Theil von selbst abfloß.

Wie also die Verdauung und Blutbildung unter dem Einflusse des Nervensystems steht, so ist dieses auch mit der Anbildung der Fall, welcher hauptsächlich auf einer gehörigen Vertheilung der Mutterflüssigkeit, nämlich des Blutes, beruht. Nun steht aber, wie wir gesehen, schon die Hauptquelle der Blutvertheilung, nämlich die gehörige Contraction des Herzens, unter der Herrschaft des Nervensystems, wie auch die Erweiterung und Verengerung der Capillargefäße der verschiedenen Organe und Systeme des Körpers von dem Einfluß der vasomotorischen Fasern abhängt, so daß der Einfluß dieser Fasern für die normale Anbildung wie für die Ausscheidung von gleich großer Wichtigkeit ist, da jede abnorme Veränderung des Lumens dieser Gefäße sowohl die Anbildung als die Ausscheidung stört.

Vorderhand kennen wir aber nur den Einfluß der motorischen Fasern des Nervensystems auf Ernährung, Anbildung und Ausscheidung; inwiefern auch andere Kräfte, wie z. B. die electromotorischen dieses Systems, auf die physikalisch-chemischen Vorgänge des Stoffwechsels einwirken, wissen wir nicht.

Wie schon Pincus, wie wir weiter oben gesehen, durch seine Versuche den Beweis geliefert, daß die vasomotorischen Fasern der Verdauungsorgane nicht vom Marke stammen, so hat auf der andern Seite namentlich Axmann durch seine Versuche auf die hohe Wichtigkeit der Spinalganglien in dieser Beziehung aufmerksam gemacht. Er durchschnitt nämlich die Wurzeln einer zusammengehörigen Partie von Spinalnerven einer Extremität oberhalb der Spinalganglien, so daß diese Ganglien mit den peripherisch sich ausbreitenden Nerven noch in ungestörtem Zusammenhange waren, und konnte bei dieser Operation in den betreffenden Bezirken der Peripherie durchaus keine Ernährungsstörungen beobachten. Dieselbe Beobachtung machte er auch bei solchen Thieren, denen er das ganze Rückenmark, oder das Gehirn, oder beide Theile zugleich exstirpirte; die Thiere lebten oft noch Monate lang, die wichtigsten Secretionen zeigten keine Störung, gemachte Wunden heilten und selbst gebrochene Knochen bildeten neuen Callus; ganz andere Beobachtungen aber machte Axmann, wenn er die Spinalnerven zwischen den Spinalganglien und der Einsenkung der Verbindungsäste des Sympathicus durchschnitt, so daß die Spinalganglien mit den peripherisch verlaufenden Nerven nicht mehr in Verbindung blieben.

In diesem Falle entstanden nämlich trotz der ungestörten Circulation allgemeine seröse Exsudate und fast in allen Organen Extravasate; so traf er dieselben in den ganz schlaffen Muskeln allenthalben, aber nicht nur die Muskeln, sondern auch die Leber, die Schleimhaut des Darmcanals und die Nieren waren erweicht, schlaff und injicirt und die Gallenblase mit serösem Exsudate angefüllt, kurz überall zeigten sich die größten Ernährungsstörungen. Weil nun diese Störungen auf Durchschneidung der Spinalwurzeln nicht eintraten, so konnten sie nicht von den durchschnittenen Spinalfasern herrühren, aber ebensowenig von den aus den sympathischen Ganglien kommenden Fasern, weil die Durchschneidung zwischen dem Spinalganglion und der Einsenkung der **Rami communicantes** geschah, sondern sie müssen als die Folgen der Durchschneidung der aus den Spinalganglien peripherisch verlaufenden Fasern angesehen werden.

Nach Durchschneidung der Wurzeln einer gewissen Partie Spinalnerven beobachtete ferner Armann in dem hiezu gehörigen Rückenmarkstheil nach einiger Zeit Ernährungsstörungen, Entzündung und Erweichung, was nach seiner Ansicht daher kommt, daß die zur Ernährung des Rückenmarks dienenden, von den Zellen der Spinalganglien entspringenden und centripetal zum Rückenmark verlaufenden Fasern durchschnitten waren. Auch Waller gelangte durch seine Untersuchungen zu der Ansicht, daß die hintern Wurzeln der Spinalnerven ihr Ernährungs-Centrum in den Ganglienkugeln der Spinalganglien haben, sowie auch Schiff damit übereinstimmt, daß das Ernährungs-Centrum der sensiblen Spinalnerven im Niveau des Ganglions liege, weil schon am vierten Tage nach der Zerstörung des Ganglions die Markscheide dieser Nerven sich an einzelnen Stellen zu trennen beginnt, die sich nach und nach in Haufen von Fettkugeln umwandeln, welche resorbirt werden, so daß die sensiblen Nerven auf diese Weise ganz entarten. Da nun aber nach einer solchen Durchschneidung nicht nur die sensiblen Spinalnerven, sondern auch die im Niveau dieser durchschnittenen Nerven liegenden Theile des Rückenmarks nach einiger Zeit Ernährungsstörungen zeigen, welche in Entzündung und Erweichung übergehen, so scheinen sich diese aus den Zellen der Spinalganglien entspringenden Ernährungsfasern über die Spinalwurzeln hinaus bis in's Rückenmark zu erstrecken, und die Ansicht Armanns, daß von den Ganglienzellen der Spinalganglien Nervenfasern entspringen, welche nicht nur mit den

Spinalnerven zur Peripherie laufen, sondern auch solche, welche durch die Rami communicantes zum Sympathicus, und wieder andere, welche theils durch die vordern, theils, und zwar besonders, durch die hintern Wurzeln zum Rückenmark verlaufen, scheint sich also zu bestätigen.

Wie aus dem Vorstehenden hervorgeht, sind die auf Resultate verschiedener Untersuchungen sich stützenden Ansichten der einzelnen Forscher über die Theilnahme der verschiedenen Nerven am Stoffwechsel nichts weniger als übereinstimmend, sondern theilweise einander geradezu widersprechend; so sind namentlich die Ansichten von Stilling, Valentin, Bidder, Armann und Schiff theilweise sehr verschieden, theilweise einander gerade entgegengesetzt. Während nämlich, wie wir gesehen, Valentin und Stilling bei ihren Versuchen zu dem Resultate kamen, daß das Centrum alles nervösen Einflusses auf Ernährung im Gehirn und Rückenmark sei, weil sie nach Exstirpation dieser Theile die beträchtlichsten Ernährungsstörungen, allgemeinen Hydrops, Verlust der Haut und Abfaulen der Extremitäten eintreten sahen, konnten Bidder und Armann bei den von ihnen auf dieselbe Weise operirten Thieren weder eine Störung der Verdauung, noch eine solche der Hautthätigkeit, des capillaren Kreislaufes, der Resorption u. dgl. beobachten, überhaupt keine wesentliche Störung des Stoffwechsels, nur die Harnausscheidung fehlte wegen Lähmung des Blasenmuskels, obgleich Brown-Sequard nach Zerstörung des untern Theiles des Rückenmarks diese Ausscheidung ungestört fortdauern sah. Armann beobachtete, daß Frösche, denen er Gehirn und Rückenmark, mit Ausnahme der Medulla oblongata, exstirpirte, noch Monate lang lebten, was geradezu unmöglich gewesen wäre, wenn gleich solche Störungen im Stoffwechsel eingetreten wären, wie sie Valentin und Stilling beobachtet haben wollen.

Trotz dieses Widerspruchs in den gewonnenen Resultaten, sind wir im gegenwärtigen Augenblicke doch zu der festen Ueberzeugung gekommen, daß sowohl Gehirn- als Spinal- und sympathische Nerven an dem allgemeinen Stoffwechsel Antheil nehmen. Wie ich in diesem Werke genau nachgewiesen, ist es bei Weitem der größte Theil der Gehirnnerven, welcher den entschiedensten Einfluß auf die Verdauung und Ausscheidung, überhaupt auf den Stoffwechsel, aus-

übt, und unter allen Gehirnnerven steht der Vagus oben an. Von den Spinalnerven sind, wie ich ebenfalls gezeigt, alle, nur nicht in so hohem Grade wie die Gehirnnerven, bei diesen Functionen mehr oder weniger betheiligt, namentlich sind in dieser Beziehung die Spinalganglien von hoher Wichtigkeit.

Nächst den Gehirnnerven aber, deren Einfluß auf den Stoffwechsel aus dem Grunde obenan steht, weil von ihnen der höchste und oberste Grund alles Stoffwechsels, nämlich die Aufnahme von Sauerstoff und die Ausscheidung von Kohlensäure, abhängt, ist es unstreitig das sympathische Nervensystem, welches am tiefsten in die organischen Processe eingreift, welches, wie ich in diesem Werke hinlänglich bewiesen, bis zu einem gewissen Grade, gegenüber dem Gehirn und Rückenmark, selbstständig seine Functionen ausübt, ohne daß ich dabei den nie zu läugnenden Einfluß der Cerebrospinal-Organe auf dasselbe außer Acht gelassen. Die Art und Weise, wie die Einwirkung des einen Systems auf das andere möglich ist, wurde ebenfalls genau bezeichnet. Zum Schlusse des Ganzen sei mir noch erlaubt, die von Kölliker gewonnenen Resultate über den Einfluß verschiedener Gifte auf die Function der Nerven näher anzugeben.

Den früher, schon im Jahre 1854, von Bernard ausgeführten Versuch, aus den nach Vergiftung mit Curare (Pfeilgift) eintretenden Erscheinungen bei Fröschen eine Stütze für die Irritabilität zu gewinnen, hat in der neuesten Zeit Kölliker modificirt, und die dabei gewonnenen Resultate sind so wichtig, daß sie hier nicht umgangen werden können.

Kölliker unternahm die Vergiftung mit Curare so, daß das Gift wohl zum Plexus ischiadicus und den Nervenstämmen, aber nicht zu den Aesten und feinsten Muskelzweigen kommen konnte, während am andern Schenkel das Gift auch auf diese einwirken konnte, und zu diesem Zwecke wurde dem Frosch die Arteria und Vena cruralis des einen Schenkels unterbunden und dieser dann vom Rücken aus mit dem genannten Gifte vergiftet. Die Versuche mit der electrischen Pincette von Bernard lieferten das Resultat, daß vom Stamme des Ischiadicus an der unterbundenen Extremität durch diese electrische Reizung noch lange Zuckungen erhalten werden konnten, nachdem in den Muskeln der andern Extremität keine Zuckun-

gen mehr zu erreichen waren, da sie gleich nach der Vergiftung todt war. Der Stamm der unterbundenen Seite unterlag zwar auch, aber erst nach längerer Zeit, der hier langsam eintretenden Wirkung des Giftes. Das Pfeilgift greift also die Nerven sehr wenig, und erst sehr spät an, und der Grund, warum in dem nicht unterbundenen Schenkel die Muskeln schon sehr kurze Zeit nach der Vergiftung nicht mehr zu Contractionen veranlaßt werden konnten, mag weniger in der Lähmung des Stammes, als vielmehr in der früher eintretenden Lähmung der feinern, in den Muskeln selbst gelegenen Aestchen gelegen sein.

Bei einem weitern Versuche unterband Kölliker die Arteria und Vena cruralis in der Mitte des Oberschenkels und schnitt das ganze Bein unterhalb der Unterbindungsstelle bis auf den Nervus ischiadicus durch, worauf der Frosch vom Nacken aus vergiftet wurde. Wie in den früheren Versuchen, kamen auch hier mehrfache selbstständige Bewegungen des amputirten Schenkels vor, auch ließen sich Reflexe durch den Ischiadicus von verschiedenen Körpertheilen aus in ihm hervorrufen, während der ganze übrige Körper schon gelähmt war. Das freiliegende Stück des Ischiadicus war nach $2^1/_2$ Stunden noch reizbar; am Ende trat die Vergiftung des Nervenstammes auch ein, während der abgeschnittene Schenkel noch vollkommen reizbar blieb.

Um zu erfahren, worin dieses Verhalten der motorischen Nerven, von dem Pfeilgift so wenig afficirt zu werden, seinen Grund habe, schnitt Kölliker den hiezu verwendeten Fröschen gleich nach der Vergiftung das Herz aus, um zu verhindern, daß durch die fortdauernde Circulation den Stämmen immer neue Mengen Gift zugeführt werden, woraus sich ergeben mußte, ob dieselbe Menge Gift, welche die feinern motorischen Fasern tödtete, auch zur Lähmung der Stämme hinreiche, und das Resultat war, daß dieselbe Menge Gift, welche die Nervenenden in wenigen Minuten tödtete, die Nervenstämme zwar auch, aber erst nach längerer Zeit, nämlich nach $3^1/_2$—$4^1/_2$ Stunden angreift, während diese letztern bei einer Zufuhr von größern Giftmengen, nämlich bei ungestörter Circulation, zwar auch später als die Nervenenden, aber doch viel schneller, nämlich schon nach 1—2 Stunden, absterben.

Um die motorischen Fasern innerhalb des Muskels allein dem Gifte zu entziehen, unterband Kölliker noch die Arterie und Vene

eines Muskels, nämlich des Gastrocnemius eines Frosches, wobei sich zeigte, nachdem die Circulation zwar nicht ganz vollständig, aber doch größtentheils abgeschnitten wurde, daß, nachdem alle übrigen Muskeln des Beins für Reize vom Nerven aus unempfindlich waren, der Gastrocnemius noch reizbar war, indem er bei Reizung des Ischiadicus von allen übrigen Muskeln allein zuckte und auf angebrachte Reize reflectorisch reagirte, woraus hervorgeht, daß auch die kleinern Stämme der Muskelnerven ihre Reizbarkeit viel länger bewahren, als die innerhalb des Muskels gelegenen Nerven. Aus diesem Grunde glaubt nun Kölliker, daß man die von Bernard angenommene, von Eckhard aber angegriffene Muskel-Irritabilität doch nicht für eine ausgemachte Sache ansehen könne; gegen obige Versuche könne man zwar noch einwenden, daß das Pfeilgift nicht alle Nerven innerhalb der Muskeln lähme, so daß vielleicht gerade die wirksamsten eigentlichen Nerven-Endigungen an den Muskelfasern von dem Gifte unberührt bleiben; allein bei dieser Annahme, daß nämlich nicht alle Fasern innerhalb des Muskels gelähmt werden, müsse man doch das Absterben der zartesten, einer Scheide entbehrenden Enden zunächst annehmen.

An den Muskeln der mit Pfeilgift vergifteten Frösche konnte Kölliker ferner noch beobachten, daß dieselben den Muskelstrom wie im normalen Zustande, und bei Reizungen oft locale, und zwar meist tetanische Contractionen zeigten. Bei der Untersuchung des flachen Hautmuskels der Brust beobachtete z. B. Kölliker, wo und wie er auch gereizt werden mochte, jedesmal locale Zuckungen wie bei gesunden Muskeln.

Zu den meisten über die Wirkung des amerikanischen Pfeilgiftes von Kölliker angestellten Untersuchungen wurden Frösche benützt, und das Gift wurde entweder in einer wässerigen Lösung unter die Haut gespritzt oder in Stückchen von 1—2 Centigrm. in Hautwunden gebracht. Nach 2—3 Minuten begann die Wirkung des Giftes und nach 3—5 Minuten, selten etwas später, waren die Thiere regungslos und scheinbar todt. Reflexbewegungen konnte man keine mehr hervorrufen, wenn einmal die willkürlichen Bewegungen erloschen waren; Convulsionen oder Tetanus wurde nie beobachtet; die Respirationsbewegungen hörten auf und die Lymphherzen standen alsbald in Diastole still. Das Blutherz dagegen schlägt oft noch lange fort, da es wenig afficirt wird, so daß Kölliker

dessen Contractionen oft noch 24 Stunden nach der Vergiftung beobachten konnte; dabei war die Zahl der Herzschläge vermehrt.

Obgleich bei Säugethieren im Ganzen die Erscheinungen wesentlich dieselben waren, so folgte doch der Tod bald nach der Vergiftung; bei künstlicher Respiration konnten die einzelnen Wirkungen besser beobachtet werden, wobei sich auch die Fortdauer der Herzcontractionen bestätigte.

Das Pfeilgift wirkt vom Blute aus auf die motorischen Nerven der willkürlich beweglichen Muskeln und zwar zunächst auf die innerhalb der Muskeln befindlichen Nervenenden, und weit später auf die Nervenstämme. Die willkürlichen Muskeln bleiben vollkommen reizbar, zeigen jedoch eine Gereiztheit zu bloß örtlichen Contractionen, ebenso bleiben auch die platten Muskeln nach erfolgter Lähmung durch das Pfeilgift noch lange reizbar, und die Muskeln vergifteter Frösche zeigen den Muskelstrom in normaler Weise. Nach eingetretener vollständiger Lähmung bleibt das Rückenmark noch längere Zeit thätig, und selbst wenn das Mark dem Einfluß des Giftes vollständig unterlegen ist, können noch 1—1$^1/_2$ Stunden nach der Lähmung der Muskelnerven Reflexbewegungen auftreten in solchen Gliedern, welche durch Unterbindung der Gefäße vor dem Gift geschützt sind. Der Umstand, daß endlich die Reflexbewegungen aufhören, auch wenn die motorischen Stämme noch nicht gelähmt sind, kann seinen Grund in der eingetretenen Leitungsunfähigkeit der sensiblen Nerven oder in dem Aufhören der Reflexthätigkeit des Markes selbst haben. Für das Letztere spricht die Thatsache, daß in solchen Fällen, wo Reflexbewegungen nur noch schwer zu Stande kamen, die Neigung zu Reflexen sich wieder herstellen ließ, wenn man das Mark mit Strychnin betupfte.

Den Grund der weitern Erscheinung, daß die Reflexthätigkeit des Markes früher aufhört, als die Fähigkeit desselben, auf Reize Muskel-Contractionen zu veranlassen, sucht Kölliker darin, daß wahrscheinlich die weiße Substanz des Markes später ergriffen wird als die graue, wie auch die Nervenstämme am längsten Widerstand leisten, und jene Reize auf das Mark später keine allgemeine complicirte Muskelbewegungen, sondern nur locale einfache Contractionen zur Folge haben.

Zwischen motorischen und sensiblen Nerven ergibt sich bezüglich solcher Vergiftungen ein großer Unterschied, denn die sensiblen Nerven bleiben bis in ihre feinsten Endungen so lange leitungsfähig und

erregbar, als bei partiellen Vergiftungen noch Reflexe zu erreichen sind. Kölliker hält es überhaupt für zweifelhaft, ob die sensiblen Nerven vom Pfeilgift getödtet werden, denn nach dem Aufhören der Reflexthätigkeit des Markes, welche durch Strychnin wieder hergestellt werden kann, fehlt es an Mitteln, um über den Zustand der sensiblen Nerven etwas zu erfahren.

Nächst den motorischen Nervenenden scheint das Gehirn am meisten afficirt zu werden, denn willkürliche Bewegungen bei partiellen Vergiftungen beobachtete man nur noch in den ersten drei bis sechs Minuten in den nichtgelähmten Theilen, später auftretende Bewegungen waren stets zweifelhafter Natur, doch steht es noch dahin, ob es gerade die graue Substanz des Gehirns ist, welche so schnell ergriffen wird.

Die Gangliennerven, wenigstens die motorischen Gangliennerven des Herzens, werden nicht gelähmt, denn das Herz schlägt fort, und zwar rascher, weil die Hemmungsnerven des Herzens, die Vagi, gelähmt sind. Die entzwei geschnittenen Herzen der mit Pfeilgift vergifteten Frösche zeigen dieselben Erscheinungen, wie im normalen Zustande, nämlich, daß die mit Ganglien versehenen Theile fortpulsiren, die andern nicht. Im Hinblick auf alle übrigen Erscheinungen scheint Kölliker nur die Annahme möglich, daß auch alle eigentlichen Nervenverästlungen im Herzen getödtet seien, also auch die motorischen Aeste des Sympathicus, welche von den Herzganglien entspringen, und so würde dann nichts übrig bleiben, als anzunehmen, daß die rhythmischen Herz-Contractionen allein von den im Herzen liegenden Ganglienzellen und zwar ohne Vermittlung von Fasern abhängig seien, und die von einigen Physiologen angenommenen apolaren Zellen würden dann eine Bedeutung erhalten, oder man müßte mit Andern annehmen, daß die rhythmischen Contractionen durch das Blut hervorgerufen werden. Allein Kölliker will sich lieber zur Annahme einer directen Einwirkung der Ganglienzellen auf die Muskelsubstanz des Herzens verstehen, weil man eine solche auch für den embryonalen Zustand des Herzens annehmen müsse, insofern die Thatsache, daß dasselbe zu einer Zeit schlägt, wo es noch aus ganz zelligen Elementen besteht, nicht sowohl eine Unabhängigkeit von nervösen Apparaten bedeute, sondern nur so viel, daß auch die primitiven zelligen Anlagen der nervösen Apparate auf die gleichfalls noch zelligen muskulösen Elemente wirken.

Was nun das Blut betrifft, welches, wie einige Physiologen behaupten, die Contractionen des Herzens hervorrufen soll, so habe ich in diesem Werke gezeigt, daß auch vom Blute ganz gereinigte ausgeschnittene Froschherzen noch fortschlagen, wodurch allein diese Ansicht vollständig widerlegt wird. Bezüglich der apolaren Nervenzellen habe ich ebenfalls gezeigt, daß ihre Annahme insofern ein Unding ist, als die physiologische Wirkung von Nervenzellen ohne Fortsätze geradezu unmöglich ist, und demzufolge auch von den neuesten Forschern nie solche Zellen beobachtet wurden. Bezüglich der Thatsache, daß das embryonale Herz sich schon bewegt zu einer Zeit, wo es noch ganz aus zelligen Elementen besteht, muß ich hier bemerken, daß diese Bewegung doch eine ganz andere ist, als im ganz ausgebildeten Zustande, schon deßwegen, weil nicht ausgebildete Muskeln, sondern nur zellige, muskulöse Elemente dieselbe zu Stande bringen, und zudem kennen wir die Einwirkung der primitiven zelligen Anlagen nervöser Apparate auf die gleichfalls zelligen muskulösen Elemente nicht, und wissen also auch nicht, ob nicht gerade diese ursprünglichen Nervenzellen nicht schon mit Fortsätzen oder doch wenigstens schon mit Anlagen dazu versehen sind.

Es bleibt demnach nichts übrig, als anzunehmen, daß die sympathischen Nerven der Wirkung des Curare-Giftes nicht unterliegen, oder doch wenigstens nicht in dem Grade, wie die motorischen Nerven und das Gehirn, wie dieses auch mit den sensiblen Nerven der Fall ist; allein so allgemein können wir diese Annahme auch nicht hinstellen, weil nach Köllikers Versuchen die Nerven der unwillkürlich beweglichen Muskeln und der Drüsen durch dieses Gift ebenfalls gelähmt werden, wenigstens gilt dieses für den Vagus in Beziehung auf das Herz, den Sympathicus in Beziehung auf die Iris, die Nerven der hintern Lymph-Herzen, die vasomotorischen Nerven der Schwimmhaut, die Nervi splanchnici in ihrer Einwirkung auf die peristaltische Bewegung des Darms und für die Drüsennerven der Glandula submaxillaris.

Die von Bernard gemachte Beobachtung, daß die Muskeln der mit Curare vergifteten Frösche später starr werden, fand Kölliker in mehreren Fällen insofern bestätigt, als namentlich bei partiell vergifteten Thieren die Starre in den dem Gifte nicht ausgesetzten Theilen zuerst eintrat.

Die auf die Nerven local angebrachten Lösungen von Curare

tödten dieselben, wenn sie concentrirter sind, allein erst nach längerer Zeit, und scheinen auch auf die innerhalb der Muskeln befindlichen Nerven einzuwirken.

Auf Gehirn und Rückenmark gebracht, ist dieses Gift vollkommen unschädlich, vorausgesetzt, daß dessen Resorption verhindert wird; weßwegen Kölliker glaubt, daß die Vergiftung durch Curare dadurch erfolgt, daß dasselbe durch das Blut zu den Nerven gelangt, als solches die Nervenfäden imbibirt und eine chemische Alteration des Achsencylinders bewirkt.

Bei Anwendung des Giftes in sehr kleinen Gaben können die Wirkungen, selbst wenn sie vollständig eingetreten und die Lähmungen ganz ausgebildet sind, allmählich wieder aufgehoben werden, so daß die Thiere wieder aufleben, was Kölliker bei Fröschen am vierten Tage beobachtete, welche mit 0,0001 Grm. Curare vergiftet waren; das Herz hatte nie aufgehört zu schlagen. Aehnliche Beobachtungen an Fröschen machte auch Vulpian; bei einem Frosche, bei welchem das Herz ebenfalls immer fortschlug, öffneten sich am sechsten Tage nach Vergiftung mit Curare die Augenlieder und es begannen die Respirationsbewegungen wieder. Ein anderer Frosch erwachte am achten Tage, war aber erst am neunten Tage wieder ganz lebendig, während ein dritter elf Tage in der Lethargie zubrachte; dabei durften die Thiere nicht im Wasser, sondern nur feucht gehalten werden.

Bei Vergiftung durch Urari *) folgt der Tod bei Säugethieren durch Lähmung der Athemnerven und dadurch aufgehobene Respiration; ebenso erlöschen auch bei Fröschen allmählich die Functionen wohl in Folge der mangelhaften Oxydation des Blutes durch Aufheben der Lungenthätigkeit.

Außer dem bisher angeführten Gifte hat Kölliker noch mit folgenden Giften eine Reihe von Versuchen angestellt: Coniin, Opium, Nicotin, Veratrin, Strychnin und Blausäure.

Das *Coniin* zeigte in seinem Verhalten mit dem Pfeilgifte viele Aehnlichkeit; wie das letztere, so lähmt es auch vorzugsweise die motorischen Nerven, während Gehirn, Rückenmark und sensible Nerven davon viel weniger ergriffen werden, Herz und Muskeln gar nicht. Bezüglich der motorischen Fasern zeigt es ebenfalls dasselbe Ver-

*) Curare, Urari, Woorare, Pfeilgift.

halten wie das Pfeilgift, indem nach Köllikers Versuchen die kleinsten Nervenfasern viel schneller unterliegen als die Nervenstämme. Wie aus anderer Beobachter Versuchen, so geht auch aus denen Köllikers eine locale ätzende Wirkung des Coniins hervor, so daß z. B. Muskeln dadurch gleich leistungsunfähig werden.

Das *Opium* bewirkt bei Fröschen einen Starrkrampf, ähnlich dem, wie er durch Strychnin hervorgerufen wird, und sogar bei enthirnten Fröschen, auch die Medulla oblongata durfte entfernt sein; dagegen durfte, wenn dieser Tetanus eintreten sollte, das Rückenmark nicht unterhalb des fünften Wirbels durchschnitten sein. Nach Kölliker wirkt das Opium nicht durch das Blut auf die peripherischen Nerven, und er glaubt daher, daß bei früheren Versuchen mit localer Application, welche das Gegentheil bewiesen, wahrscheinlich sehr concentrirte Lösungen einfach physikalisch gewirkt haben. Die an dem durch Opium hervorgerufenen Tetanus betheiligten Muskeln verlieren ihre Reizbarkeit früh und werden bald starr, in einzelnen Fällen sogar schon während das Herz noch pulsirte. Auch die platten Muskeln verlieren ihre Reizbarkeit schnell. Die Zahl der Herz-Contractionen nimmt sehr ab, obwohl Kölliker in einem Falle das Herz noch nach 18 Stunden schlagend gefunden. Die Lymph-Herzen stehen während der Anfälle in Contraction still, schlagen aber sonst bis zur Erschöpfung des Rückenmarks unregelmäßig fort. So lange die tetanischen Anfälle dauerten, waren die sensiblen Nerven sehr erregbar, auch das Gehirn scheint bei Fröschen durch Opium Anfangs erregt zu werden.

Das *Nicotin* lähmt bei Fröschen schnell das Gehirn und vernichtet die willkürlichen Bewegungen; es erregt ferner die Medulla oblongata und das Rückenmark und erzeugt einen Tetanus, welcher aber nicht lange anhält, von keiner besondern Neigung zu Reflexen begleitet ist und am Ende zur Erschöpfung führt. Durch Nicotin werden die motorischen Nerven vom Blute aus gelähmt, und wenn der Tetanus heftiger ist, so hat auch dieser Antheil an der Lähmung. Das Herz pulsirt bei solchen Vergiftungen noch lange fort, die sensiblen Nerven werden dabei gar nicht afficirt und die Muskelreizbarkeit wird nicht alterirt.

Das *Veratrin* lähmt nach Kölliker die quergestreiften Muskeln äußerst schnell, welche bald starr werden. Aus dem Umstande, daß bei Vergiftungen mit Curare und Veratrin das letztere sich auch

gegen Muskeln, deren Nerven gelähmt sind, ebenso verhält, schließt Kölliker, daß das Veratrin direct auf die Muskelfasern selbst wirkt. Die Reizbarkeit der sensiblen Nerven scheint durch dasselbe herabgesetzt zu werden, während es auf die Stämme der motorischen Nerven keinen Einfluß hat und auch kein Grund vorhanden ist für die Annahme, daß sich die motorischen Endfasern in den Muskeln sollten anders verhalten. Auf die Medulla oblongata und das Rückenmark wirkt das Veratrin reizend und erzeugt Tetanus, welcher aber bald wieder aufhört, aber von selbst und auf Reizung sensibler Nerven auftritt, doch beobachtete Kölliker selbst nach eingetretenem Tetanus noch willkürliche Bewegungen. Wie überhaupt das Veratrin direct auf die Muskelfasern selbst einzuwirken scheint, so scheint dieses auch mit der Muskelsubstanz des Herzens der Fall zu sein, denn dieses wird durch Veratrin und zwar sowohl bei einfachen Vergiftungen, als nach vorheriger Anwendung von Curare bald reizlos und starr. Local angewendet, wirkt das Veratrin in verdünnten Lösungen auf die Nerven nicht, wohl aber auf das Rückenmark, die Medulla oblongata und die Muskeln.

Die von Marshall Hall, Harley und Kölliker über die Wirkung des *Strychnin* angestellten Versuche lieferten folgende Resultate:

Marshall Hall, welcher in dem Frosch das feinste Reagens auf Strychnin entdecken wollte, war im Stande, in einer wässerigen Lösung $^1/_{1000}$ Gran essigsaures Strychnin durch den Tetanus des hineingesetzten Frosches zu entdecken. Harley sah bei Fröschen Tetanus auftreten, welchen man $^1/_{2000}$, $^1/_{4000}$, ja $^1/_{8000}$ Gran Strychnin in die Leibeshöhle injicirt hatte, und bei einem kleinen Frosche, dem man $^1/_{16000}$ Gran essigsaures Strychnin in die Lunge injicirt hatte, trat schon nach $9^1/_2$ Minuten Tetanus und nach zwei Stunden der Tod ein. Von der Haut aus wirkt dieses Gift ungleich langsamer, denn während ein Frosch, dem man $^1/_{1000}$ Gran Strychnin in die Bauchhöhle injicirt hatte, schon nach drei Minuten tetanisch wurde, wirkte dieselbe Quantität von der Haut aus erst in $1^1/_2$ Stunden. Nach diesen beiden Beobachtern scheint der Frosch wirklich das bei Weitem feinste Reagens auf Strychnin zu sein.

Kölliker wie Harley fanden, daß das Strychnin durch das Blut keinen Einfluß auf die motorischen Nerven hat. Nach Kölliker lähmt dieses Gift beim Tetanus durch Ueberreizung der Nerven

der willkürlichen Muskeln der Art, daß dieselben entweder nur noch schwach oder gar nicht mehr wirksam sind; die sensiblen dagegen werden von diesem Gifte nicht alterirt, ebenso wird auch das Herz wenig oder gar nicht davon afficirt, nur soll nach Harley eine kleine Menge Strychnin auf das Herz selbst getropft, Tetanus desselben hervorrufen, während nach Pavy reines Strychnin auf das Herz angewandt gar nicht wirkt, da er die Herz-Affection bei solchen Versuchen vom Menstruum und nicht vom Strychnin ableitet.

Nach Kölliker wird der Strychnin-Tetanus sowohl durch Hautreize als durch Erregungen des Rückenmarkes vom Gehirn hervorgerufen, und nach ihm wird durch Strychnin nicht nur die reflectorische Thätigkeit des Markes erhöht, sondern es gehen auch die Beziehungen zwischen der grauen Substanz desselben und den motorischen Fasern anders vor sich als sonst. Nach starkem Strychnin-Tetanus erschienen die Muskeln wenig reizbar und die Todtenstarre trat früher ein, als sonst.

Auch Harley machte Versuche mit Strychnin und Curare zugleich. Als er einen Frosch mit $^1/_{500}$ Gran Curare vergiftet hatte, war derselbe nach drei Minuten vollständig gelähmt, und $^1/_{120}$ Gran Strychnin brachte nach fünf Minuten Tetanus hervor. Ein anderer Frosch wurde mit $^1/_{120}$ Gran Strychnin vergiftet und ihm dann nach eingetretenem Tetanus $^1/_{5000}$ Gran Curare beigebracht, worauf nach sieben Minuten der Tetanus verschwand, woraus offenbar hervorgeht, daß Curare und Strychnin sich gegenseitig neutralisiren.

Ueber die Art und Weise, wie das Strychnin auf das Rückenmark wirkt, haben Harley und Kölliker Versuche angestellt, wobei der Erstere zu dem Resultate gelangte, daß das Gift nicht durch unmittelbare Application auf das Rückenmark wirkt, sondern daß der Vergiftung eine Auffaugung des Giftes vorangehen muß. Kölliker isolirte beim Frosch eine Strecke des Markes und theilte es in zwei seitliche Hälften; eine concentrirte Lösung des Giftes auf die Schnittfläche gebracht, verursachte keine Vergiftungs-Symptome und der Frosch überlebte die Operation gewöhnlich zwei Stunden. Vergiftung erfolgte nur dann, wenn etwas von dem Gifte über das Mark in den Wirbelcanal floß. Bei Bufo vulgaris konnte Kölliker das Mark höher hinauf isoliren, so daß mehr als etwa bloß die

Wurzeln der Sacralnerven von dem Gifte getroffen wurden und diese Versuche lieferten dieselben Resultate. Bei einer jungen Katze isolirte Harley das Mark zwischen dem 8. und 13. Wirbel, entfernte die Häute und machte einen Längenschnitt, worin er eine übersättigte Lösung von essigsaurem Strychnin goß und nach 10 Minuten traten noch keine Vergiftungs-Symptome ein und selbst dann nicht, als noch weitere Lösung nachgegossen und im Ganzen 22 Minuten gewartet wurde. Sobald aber der weitere Theil dieser Lösung mit einer Vene in Berührung gebracht wurde, stellte sich nach $1^3/_4$ Minuten allgemeiner Tetanus ein. Aus diesen Versuchen zieht Harley den Schluß, daß das Strychnin keinen directen chemischen oder physikalischen Einfluß auf die Nervensubstanz überhaupt habe, sondern daß dasselbe entweder erst im Blute in ein wirksames Gift verwandelt werde, oder es modificire selbst die organischen Blutbestandtheile, so daß dieselben zur Ernährung untauglich und selbst zu einem Gift für die Nervensubstanz würden.

Was nun die Ursache des Todes bei Strychnin-Vergiftungen betrifft, so scheint diese nach Allem in der Sistirung der Respiration zu liegen, und Pavy scheint, gegenüber von Harley, vollkommen Recht zu haben, wenn er behauptet, daß die Unterhaltung einer künstlichen Respiration wegen Krampf der Respirationsmuskeln nicht möglich sei, ohne den Thorax zu eröffnen, wie aus folgenden zwei Versuchen an einem Hunde und einem Kaninchen hervorgeht. Als nämlich Pavy bei einem Hunde die Respiration nach Eröffnung des Thorax unterhielt, fing das Herz wieder an lebhaft zu schlagen, was 20 Minuten lang fortgesetzt wurde; auch schien das Thier während dieser Zeit das Bewußtsein wieder zu erlangen. Auch bei einem Kaninchen wurde dasselbe beobachtet, seine Herzbewegungen wurden wieder normal und seine Sensibilität wieder hergestellt.

Nach Mialhe und Boucard wirken auch Aether und Chloroform, überhaupt die Anaesthetica, nicht direct auf die Nerven, sondern dadurch, daß sie die Oxydation im Blute hemmen; denn der Tod erfolgt durch diese Mittel um so rascher, je lebhafter der Respirationsproceß ist; die Symptome nach dem Tode stimmen mit denen der Asphyxie überein und das Blut und der ganze Körper geht weniger schnell in Fäulniß über, was doch auf eine Hemmniß der Oxydation hinweist.

Auch mit Blausäure stellte Kölliker Versuche an Fröschen an;

sie wirkt nach ihm vom Blute aus zunächst lähmend auf das Gehirn, dann wird auch das Rückenmark gelähmt, und zwar schwinden zuerst die Reflexbewegungen und nachher auch das Leitungsvermögen der weißen Substanz. Zuletzt kommen die motorischen Nerven an die Reihe und die Lähmung schreitet vom Centrum nach der Peripherie fort. Blausaures Kali tödtet schneller als Blausäure. Die Behauptung von Stannius, daß die Blausäure auf motorische Nerven nicht local einwirke, fand Kölliker nicht bestätigt, sofern er nicht Wasser zum Vergleich anwendete, wie Stannius, sondern das viel weniger schädliche Natron phosphoricum. Auch die Muskeln werden durch Blausäure sehr schnell local getödtet, worauf die Starre ausbleibt. Die willkürlichen Muskeln verlieren bei Vergiftungen durch Blausäure, obwohl etwas später als die Nerven, aber doch bald ihre Reizbarkeit und werden in kurzer Zeit starr. Das Herz wird bald gelähmt und in den Zustand großer Ausdehnung versetzt. Die Lymph-Herzen scheinen so lange fortzuschlagen, als das Rückenmark thätig ist. Die Muskeln und das Herz der mit Curare vergifteten Frösche können nachträglich durch Blausäure vom Blute aus in ziemlich kurzer Zeit reizlos und starr gemacht werden. Die Endigungen sensibler Nerven wurden durch directe Application von Blausäure schnell leistungsunfähig, erholten sich aber wieder, nachdem die Säure verdunstet war.

Daß die so schnell tödtlichen Wirkungen der Blausäure vom Blute ausgehen, darauf weist schon die bekannte merkwürdige Veränderung der Farbe und Gerinnbarkeit des von Thieren nach Vergiftung mit Blausäure erhaltenen Blutes hin und bekanntlich hat schon früher Liebig auf das Wesen hingewiesen, woraus diese Blut-Abnormität besteht. Nach ihm afficirt nämlich die Blausäure bei Gegenwart eines Alkali das Eisen auf eine eigenthümliche Weise, im Blute aber sind beide Substanzen vorhanden, so daß nun durch die Aufnahme von Blausäure eine Eisenverbindung gebildet wird, welche unfähig ist, sich mit dem eingeathmeten Sauerstoff zu verbinden, wodurch den Blutkörperchen der Charakter der Sauerstoffträger genommen und den organischen Geweben die für ihren Stoffwechsel so unentbehrliche Zufuhr von Sauerstoff entzogen wird.

Inhaltsverzeichniß.

A.

B.

C.

Seite

D.

E.

F.

Seite

K.

L.

M.

Seite

N.

S.

Seite

T.

U.

V.

W.

Z.

W.

Z.

Auszug aus einigen

über die

Physiologie der Verdauung, Blutbildung, Anbildung und Rückbildung,

sowie der Entwicklung der thierischen Wärme im menschlichen Organismus.

Vom organisch-chemischen Standpunkte aus betrachtet und nach dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft bearbeitet

von

Dr. J. N. Zengerle.

Preis Thlr. 1. 6 ngr. — fl. 2. 12 kr.

in Zeitschriften erschienenen Beurtheilungen.

I. Organ für die gesammte Heilkunde. Unter Mitwirkung sämmtlicher Medico-Chirurgen-Vereine des Preussischen Staates herausgegeben vom Rheinischen Vereine.

(1857. 5. Heft.)

Mit vielem Vergnügen hat Referent die vorliegende Schrift gelesen, welche ebensowohl von dem Standpunkte des Verfassers auf der Zeithöhe der Wissenschaft, als auch von dessen unabhängigem Forschungsgeiste und scharfer Dialektik ein rühmliches Zeugniss gibt.

Die Physiologie hat durch Mithülfe der organischen Chemie in den letzten Decennien so gewaltige Fortschritte gemacht, dass es selbst den fleissigsten Lesern unter den practischen Aerzten schwer fällt, sich immer auf gleicher Höhe mit diesen Fortschritten zu erhalten. Nur ein physiologisch gebildeter Arzt ist im Stande, seinem ärztlichen Wirken eine rationelle Basis zu unterlegen, und aus diesem Grunde müssen wir dem Verfasser für die Herausgabe des vorliegenden Werkchens, worin das Wesentlichste und Nothwendigste über Verdauung der verschiedenen Nahrungsmittel, Wir-

kung des eingeathmeten Sauerstoffs im thierischen Organismus, Bildung der Gewebe, Entwickelung der thierischen Wärme, Rückbildung, und namentlich über die Bildung der Secreta enthalten ist, danken. Dass der Verfasser sich vorzugsweise mit der Verdauung und den mit dieser in nächstem Zusammenhange stehenden Verrichtungen des menschlichen Organismus befasst, hat wohl darin seinen Grund, weil er gerade diese Verrichtungen für die wichtigsten hält und weil es für den practischen Arzt unumgänglich nöthig ist, dass er eine klare Vorstellung über diese Verrichtungen habe.

Das ganze Werkchen besteht aus 316 Seiten und ist in sechs Abtheilungen eingetheilt. Die erste Abtheilung handelt über die Verdauung, die zweite über die Blutbildung, die dritte über die Gewebebildung, die vierte über Rückbildung, die fünfte über die Entwickelung der thierischen Wärme, und die sechste handelt von den für den menschlichen Organismus tauglichsten Nahrungsmitteln.

In der ersten Abtheilung gibt uns der Verfasser zuvörderst eine genaue anatomische, dem jetzigen Standpunkte dieser Wissenschaft entsprechende Beschreibung derjenigen Organe, die der Verdauung vorstehen. Diese anatomische Beschreibung wird jeder Fachgenosse, auch wenn er selbst ein tüchtiger Anatom sein sollte, nicht ohne Interesse lesen, da den neuesten Forschungen auf diesem Gebiete überall hinlänglich Rechnung darin getragen wird. Mit eben so vielem Interesse wird man den chemischen Untersuchungen, so wie solche uns in dem vorliegenden Werkchen vorgeführt werden, eine volle Aufmerksamkeit schenken, da sich auf diese die weiteren physiologischen Ansichten stützen. In Bezug auf das über die Bauchspeicheldrüse — Pankreas — in dem vorliegenden Werkchen in chemisch-physiologischer Weise Gesagte erlaube ich mir folgenden Passus hier wörtlich mitzutheilen: „Wichtig für die Verdauung der Fette sind die Versuche von Bernard, nach welchen Bauchspeichel mit Fett sehr schnell eine Emulsion bildet, wobei sich die neutralen Fette bald in Glycerin und in Fettsäure verwandeln; ebenso bildet sich bei der Behandlung der Butter mit Bauchspeichel Buttersäure u. s. w.“

Sehr viel Interessantes finden wir gleichfalls in dem Werkchen über die Leber und deren Wichtigkeit für die Verdauung und Blutbildung; ich erlaube mir daher auch hier einen Satz aus dem ganzen Zusammenhange herauszureissen: „Bekanntlich besteht unter den Physiologen schon lange ein Streit darüber, ob die Galle aus venösem Blute, oder aus arteriellem, oder aus beiden zugleich abgesondert werde.

Dieser Streit ist nun dadurch geschlichtet, dass man das Vorhandensein der Hauptbestandtheile der Galle schon im Blute selbst nachwies."

Nachdem Verfasser auf 46 Seiten das Organ der Verdauung, den Darmkanal, sowie die in ihn sich ergiessenden, zur Verdauung der Speisen unerlässlichen Verdauungsflüssigkeiten und die dieselben secernirenden Organe betrachtet, geht er zur Ernährung selbst über und beginnt mit dem ersten Act derselben, nämlich der Verdauung. Auch hier begegnen wir in der Schrift sehr vielem Interessanten und Lesenswerthen, etc.

II. Allgemeine Medicinische Central-Zeitung. Redigirt von Dr. L. Posner.

(1858. Nro. 4.)

Die allseitigen Untersuchungen auf dem Gebiete der Physiologie sind zu umfangreich, die thatsächlichen Ergebnisse derselben zu mannigfaltig, als dass die kurze Zeit der Musse, welche der Beruf dem Arzte übrig lässt, ihm genügen könnte, um das Wissen, mit dem er sich zum Wohle seiner Kranken immerfort bereichern möchte, von der Quelle selbst zu schöpfen. Der Verfasser des vorliegenden Buchs hat sich daher ein Verdienst dadurch erworben, dass er die von zahlreichen Forschern herbeigeführte Ausbildung und theilweise Umbildung des den Arzt am meisten interessirenden Theils der Physiologie, der Verdauung, Blutbildung, An- und Rückbildung einem Jedem zugänglich gemacht hat. Da bei der gedrängten Bearbeitung und übersichtlichen Darstellung des Gegenstandes zur Aneignung desselben eine verhältnissmässig geringe Mühe erforderlich ist, so bietet sich auch dem vielbeschäftigten Arzte eine günstige Gelegenheit, an die Stelle mancher falschen Ansichten über die wichtigsten Vorgänge im menschlichen Körper eine gesunde fruchtbringende Anschauungsweise zu setzen. Den Anhängern einer teleologischen Naturanschauung wird es bei der Lectüre des Werkes willkommen sein, den Verfasser ihre Ueberzeugung theilen zu finden; denen aber, welche zur Erklärung der Naturerscheinungen und also auch der Vorgänge im menschlichen Körper den Begriff der Zweckmässigkeit nicht glauben zu Hülfe nehmen zu müssen, geben wir die Versicherung, dass der Verfasser, da es ihm nur um die Mittheilung von Thatsachen und die nothwendig daraus zu ziehenden Schlüsse zu thun ist, dieser seiner Anschauung keinen Einfluss auf die Art und Weise seiner Darstellung gestattet hat. — Wir

empfehlen die Lectüre dieses Werkes angelegentlichst allen Aerzten, denen es wünschenswerth scheint, in früheren Zeiten Erlerntes wieder aufzufrischen, das darin enthaltene Falsche zu berichtigen und ihre Anschauung von den für sie wichtigsten Functionen des menschlichen Körpers zu erweitern. Wir können bestätigen, dass die Mühe des Verfassers, wie er in der Vorrede sagt, dahin gerichtet war, nur das Wesentlichste und Nothwendigste aufzunehmen, doch so, dass der Leser dem gegenwärtigen Standpunkt der Wissenschaft gemäss über Alles in dieser Beziehung Wissenswerthe den gehörigen Aufschluss finden, und dadurch in den Stand gesetzt werden wird, seinem therapeutischen Verfahren eine Richtung zu geben, wie es der gegenwärtige Standpunkt der Medicin von einem rationell gebildeten Arzte zu fordern berechtigt ist.

III. Zeitschrift für Medicin, Chirurgie und Geburtshülfe. (Zeitschrift des Deutschen Chirurgen-Vereins.) Herausgegeben von Dr. A. W. Varges.

(1857. XI. Bd.)

Das Object der vorliegenden wissenschaftlichen Abhandlung ist in der That von grösserem Interesse für den practischen Arzt, der ja den Stoffwechsel im gesunden wie kranken Organismus in gleichem Masse auf das Genaueste zu beachten hat, und um so zuversichtlicher dieses Werk als Förderungsmittel der einschlägigen Kenntnisse kennen zu lernen suchen wird, als sein Verf. seit 24 Jahren selbst am Krankenbette beobachtet und gleichzeitig die durch fast sämmtliche nur nennenswerthe Autoren producirten Fortschritte der Wissenschaft sorgfältigst verfolgt hat. Letzteres durfte indessen Verf. nicht erst in der Vorrede wiederholt hervorheben, da wir den vom Verf. bezeichneten Standpunkt bei einem derzeitigen Schriftsteller über in Rede stehenden Gegenstand als selbstverständlich voraussetzen; wir können übrigens mit Freude hinzufügen, dass wir des Verf. Versicherungen durch die Beweise grösster Sorgfalt und fleissigen Studiums überall erfüllt gefunden haben.

IV. Medicinische Zeitung Russlands, redigirt und herausgegeben von Dr. M. Heine, R. Krebel und H. Thielmann.

(1857. No. 44.)

Die vorliegende Schrift gibt eine klare, gedrängte, und doch alle Einzelheiten umfassende Darlegung der auf dem

Titel angeführten Vorgänge nach der organisch-chemischen Richtung und Höhe, zu welcher in der Neuzeit die Physiologie überhaupt und in ihren einzelnen Theilen gelangt ist; auch findet man überall bei den vielfältigen Controversen ein eigenes scharf basirtes Urtheil. Da aber bei der Darlegung mehr oder weniger die speciellen Beziehungen zur Pathologie und Therapie mit berücksichtigt wurden, so dürfte die Abhandlung um so mehr Berücksichtigung von Seiten des praktischen Arztes verdienen und manchem derselben sehr willkommen sein.

V. Medicinische Neuigkeiten für practische Aerzte.

(1859. Nro. 2.)

Dieses Werk gewährt uns in klarer und übersichtlicher Weise eine Darstellung der ganzen Physiologie der Verdauung und verbindet damit eine sich darauf stützende kurze Abhandlung über die Diätetik. Der Herr Verfasser ging bei der Bearbeitung von dem Bestreben aus, „das ärztliche Publikum in den Stand zu setzen, seinem therapeutischen Verfahren eine Richtung zu geben, wie es der gegenwärtige Standpunkt der Medicin von einem rationell gebildeten Arzte zu fordern berechtigt ist.“ Dieses Bestreben ist sehr lobenswerth, denn es thut der praktischen Medicin in vielen Punkten noch gar sehr Noth, eine rationelle, physiologische Grundlage zu gewinnen. Wenn uns auch noch in vielen Dingen bis jetzt die Physiologie im Stich lässt, so sollte sie doch da, wo sie uns meist so klar und geordnet vor Augen liegt und uns so gewichtige Anhalte gewährt, wie in der Verdauung, von den Practikern mehr berücksichtigt werden. Wenn auch keine originalen Untersuchungen enthaltend, erfüllt dieses Buch doch vollkommen seinen Zweck, da es nicht für den Physiologen von Fach, sondern nur für den practischen Arzt berechnet ist und in gedrängter und doch genauer und sorgfältiger Darstellung alle hierher gehörigen Thatsachen und Untersuchungen enthält. — Führen wir zum Schlusse noch des Verfassers eigene Worte an, da sie sehr zu beherzigen sind:

„Die Physiologie ist gestützt auf die Anatomie, die Grundlage der ganzen Medicin; geben wir Aerzte uns daher Mühe, uns mit den physiologischen Verhältnissen des menschlichen Organismus, und namentlich mit denen der Verdauung, Anbildung und Rückbildung, so viel als möglich, bekannt zu machen, und wir werden sehen, wie unendlich Vieles wir durch eine richtige Diät zu leisten im Stande sind; wir

werden erfahren, dass es in unserer Macht liegt, die Quellen zu dem verheerendsten Siechthume schon in dem kindlichen Organismus abzuschneiden, zugleich aber auch inne werden, dass viele chronische Leiden Erwachsener einzig und allein durch eine ganz veränderte, dem individuellen Falle anzupassende Diät zu heben sind."

Wir brauchen in der That kaum noch etwas mehr zur Empfehlung dieses Werkes zu sagen.

VI. Leipziger Repertorium der deutschen und ausländischen Literatur. Herausgegeben von Dr. E. G. Gersdorf.

(1857. III. Heft.)

Für den älteren Arzt ist es keine leichte Aufgabe, sich mit den vor ein paar Decennien kaum geahnten Fortschritten der gegenwärtigen Physiologie vertraut zu machen, wenn er denselben nicht von jeher in ihrer allmählichen Entwickelung Schritt vor Schritt folgen konnte. Der Verf. hat sich daher durch vorliegende Schrift kein geringes Verdienst um ältere Praktiker erworben, indem er ihnen in einem gedrängten Ueberblicke das Wesentlichste und Nothwendigste über die auf dem Titel näher bezeichneten Functionen vorträgt. Uebrigens werden sich nicht allein ältere, sondern auch jüngere Aerzte, sowie Studirende der Medicin dieser ihrem Zwecke vollkommen entsprechenden Schrift mit grossem Nutzen bedienen.